



OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25816

To cite this version:

Ribard, Louise . *Développement du chaton de 0 à 2 mois : création d'une frise chronologique en ligne*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 205 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

ANNEE 2019 THESE : 2019 – TOU 3 – 4102

DEVELOPPEMENT DU CHATON DE 0 A 2 MOIS : CREATION D'UNE FRISE CHRONOLOGIQUE EN LIGNE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

Louise RIBARD

Née, le 16 décembre 1994 à Marrakech (MAROC)

Directeur de thèse : Mme Sylvie CHASTANT-MAILLARD

JURY

PRESIDENT :

Mr Jean PARINAUD

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Sylvie CHASTANT-MAILLARD

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Mme Hélène DANIELS

Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ANNEE 2019 THESE : 2019 – TOU 3 – 4102

DEVELOPPEMENT DU CHATON DE 0 A 2 MOIS : CREATION D'UNE FRISE CHRONOLOGIQUE EN LIGNE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

Louise RIBARD

Née, le 16 décembre 1994 à Marrakech (MAROC)

Directeur de thèse : Mme Sylvie CHASTANT-MAILLARD

JURY

PRESIDENT :

Mr Jean PARINAUD

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Sylvie CHASTANT-MAILLARD

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Mme Hélène DANIELS

Maitre de Conférences 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**, *Physiologie et 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**, *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*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- 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*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*

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. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
 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**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie vétérinaire et comparée*
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
 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. **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 (en disponibilité)*
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophtalmologie*
 Mme **ROMANOS Lola**, *Pathologie des ruminants*
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

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*

REMERCIEMENTS

Au président du jury,

A Monsieur le Professeur Jean PARINAUD,

Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse,

Praticien hospitalier,

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

Hommage respectueux.

Au jury de thèse,

A Madame la Professeur Sylvie CHASTANT-MAILLARD,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Pathologie de la reproduction,

Qui m'a fait l'honneur de diriger ma thèse,

Pour m'avoir guidée tout au long de ce projet et pour le temps consacré,

Sincères remerciements.

A Madame le Docteur Hélène DANIELS,

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Microbiologie-Pathologie infectieuse,

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de faire partie du jury de thèse,

Sincères remerciements.

A Madame Marie-Pierre VERRI,

Chargée de communication pour NeoCare et l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Qui a participé à ce projet,

Pour son aide précieuse et sa disponibilité,

Sincères remerciements.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	5
LISTE DES ABRÉVIATIONS	11
LISTE DES FIGURES	13
LISTE DES TABLEAUX	15
LISTE DES ANNEXES	23
INTRODUCTION.....	25
PREMIÈRE PARTIE : RECUEIL BIBLIOGRAPHIQUE DU DÉVELOPPEMENT DU CHATON DE 0 A 2 MOIS	27
I. Le chaton à la naissance	31
A. Poids de naissance.....	31
B. Système cardio-vasculaire.....	32
C. Système respiratoire	35
D. Système digestif	37
E. Système urinaire.....	41
F. Comportement.....	43
G. Système neurologique	44
H. Sang.....	48
I. Système immunitaire.....	52
II. Le chaton de la naissance à 10 jours.....	55
A. Croissance	55
B. Système cardio-vasculaire.....	56
C. Système respiratoire	59
D. Système digestif	60
E. Système urinaire.....	65
F. Comportement.....	68
G. Système neurologique	69
H. Sang.....	73
I. Système immunitaire.....	78

III.	Le chaton de 10 à 20 jours	83
A.	Croissance	83
B.	Système cardio-vasculaire.....	84
C.	Système respiratoire	86
D.	Appareil digestif.....	88
E.	Appareil urinaire	90
F.	Comportement.....	93
G.	Système neurologique	94
H.	Sang.....	98
I.	Système immunitaire.....	103
IV.	Le chaton de 20 à 30 jours	107
A.	Croissance	107
B.	Appareil cardio-vasculaire	108
C.	Appareil respiratoire	110
D.	Appareil digestif.....	112
E.	Appareil urinaire	114
F.	Comportement.....	116
G.	Système neurologique	118
H.	Sang.....	122
I.	Système immunitaire.....	127
V.	Le chaton de 30 à 45 jours	131
A.	Croissance	131
B.	Appareil cardio-vasculaire	132
C.	Appareil respiratoire	134
D.	Appareil digestif.....	135
E.	Appareil urinaire	137
F.	Comportement.....	140
G.	Système neurologique	142
H.	Sang.....	146
I.	Système immunitaire.....	150

VI.	Le chaton de 45 à 60 jours	153
A.	Croissance	153
B.	Appareil cardio-vasculaire	154
C.	Appareil respiratoire	156
D.	Appareil digestif.....	157
E.	Appareil urinaire	159
F.	Comportement.....	162
G.	Système neurologique	164
H.	Sang.....	167
I.	Système immunitaire.....	172

DEUXIEME PARTIE : MODALITES PRATIQUES DE LA REALISATION DE L'OUTIL INFORMATIQUE

		175
I.	Le choix du support et l'hébergement.....	177
A.	Hébergement	177
B.	Logiciel de création.....	177
II.	Les sources utilisées pour l'outil en ligne	178
A.	Sources bibliographiques	178
B.	Sources des illustrations.....	178
III.	Architecture de l'outil en ligne	178
A.	Arborescence générale	178
B.	Les périodes post-natales	178
C.	Les systèmes	179
D.	Les fiches complémentaires	179
IV.	Objectifs, limites et perspectives de l'outil digital	182
A.	Objectifs et public visé par l'outil.....	182
B.	Limites de l'outil digital.....	182
C.	Diffusion de l'outil digital	182
D.	Perspectives d'amélioration de l'outil	183

CONCLUSION	185
BIBLIOGRAPHIE	187
ANNEXE 1 : CONSULTATION ET EXAMEN CLINIQUE DU CHATON DE 0 À 2 MOIS	193
ANNEXE 2 : EXAMEN NEUROLOGIQUE DU CHATON DE 0 À 2 MOIS	201

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ALAT : alanine amino-transférase

ASAT : aspartate-amino transférase

Bpm : battements par minute

CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

DC : débit cardiaque

FC : fréquence cardiaque

Fc γ Rn : fraction cristallisable du récepteur gamma néonatal

Ig : immunoglobuline

Mpm : mouvements par minute

PAL : phosphatase alcaline

PNB : polynucléaire basophile

PNE : polynucléaire éosinophile

PNN : polynucléaire neutrophile

RPCU : ratio protéines sur créatinine urinaires

TCMH : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

VGM : volume globulaire moyen

VES : volume d'éjection systolique

LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Poids moyen (avec IC 95 %) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 0 et 10 jours de vie (Gast, 2011).	56
<u>Figure 2</u> : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 10 et 20 jours de vie (Gast, 2011).	84
<u>Figure 3</u> : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 20 et 30 jours de vie (Gast, 2011).	108
<u>Figure 4</u> : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 30 et 45 jours de vie (Gast, 2011).	131
<u>Figure 5</u> : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons en bonne santé au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 45 et 60 jours de vie (Gast, 2011).	154
<u>Figure 6</u> : Première hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les périodes de développement et les systèmes étudiés.	180
<u>Figure 7</u> : Deuxième hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les systèmes étudiés et les fiches proposées pour chacun.	181

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : Poids de naissance moyens selon le sexe du chaton.	31
<u>Tableau 2</u> : Poids de naissance moyens selon le sexe et la race chez le chaton (Dubos, 1997).	31
<u>Tableau 3</u> : Seuils critiques de poids de naissance par race ou groupe de races vis-à-vis du risque de mortalité néonatale (Lecourtois, 2018).....	32
<u>Tableau 4</u> : Paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton à la naissance (Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	40
<u>Tableau 5</u> : Créatininémie du chaton à la naissance (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).	42
<u>Tableau 6</u> : Urémie du chaton à la naissance (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	42
<u>Tableau 7</u> : Bilan des réactions posturales chez le chaton à la naissance (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990).....	46
<u>Tableau 8</u> : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton à la naissance (Hoskins, 1990).....	46
<u>Tableau 9</u> : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton à la naissance (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012).....	47
<u>Tableau 10</u> : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton à la naissance (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).....	47
<u>Tableau 11</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton à la naissance en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	49
<u>Tableau 12</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton à la naissance en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	49
<u>Tableau 13</u> : Concentration sanguine en albumine chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	50

<u>Tableau 14</u> : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	50
<u>Tableau 15</u> : Concentrations sanguines en calcium et en phosphore chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).	51
<u>Tableau 16</u> : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	51
<u>Tableau 17</u> : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	52
<u>Tableau 18</u> : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	52
<u>Tableau 19</u> : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton à la naissance, le premier jour et le septième jour de vie (Von Dehn, 2014), entre 0 et 2 semaines de vie (Bonagura et al., 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	64
<u>Tableau 20</u> : Créatininémie du chaton entre 0 et 10 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	66
<u>Tableau 21</u> : Urémie du chaton entre 0 et 10 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).	67
<u>Tableau 22</u> : Bilan des réactions posturales chez le chaton de 10 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990).....	71
<u>Tableau 23</u> : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton de 10 jours d'âge (Hoskins, 1990). 71	
<u>Tableau 24</u> : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton de 10 jours d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012).....	72
<u>Tableau 25</u> : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 10 jours d'âge (Villablanca, Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).	73
<u>Tableau 26</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	74

<u>Tableau 27</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	75
<u>Tableau 28</u> : Concentration sanguine en albumine du chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et du chat adulte (Hébert, 2010).	75
<u>Tableau 29</u> : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	76
<u>Tableau 30</u> : Concentrations sanguines en calcium et phosphore chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).	76
<u>Tableau 31</u> : Concentrations sanguines en glucose chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	77
<u>Tableau 32</u> : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	77
<u>Tableau 33</u> : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	78
<u>Tableau 34</u> : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principaux agents pathogènes (Gauclère, 1993).....	80
<u>Tableau 35</u> : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton entre 0 et 2 semaines et entre 2 et 4 semaines de vie (Bonagura et al., 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	90
<u>Tableau 36</u> : Créatininémie du chaton à 14 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).	91
<u>Tableau 37</u> : Urémie du chaton à 14 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	92
<u>Tableau 38</u> : Bilan des réactions posturales chez le chaton de 20 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). <i>M = réaction mature</i> ;	96

<u>Tableau 39</u> : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton de 20 jours d'âge (Hoskins, 1990).	97
<u>Tableau 40</u> : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton de 20 jours d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012).....	97
<u>Tableau 41</u> : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 20 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).....	98
<u>Tableau 42</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 0 à 2 semaines et de 2 à 4 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).	99
<u>Tableau 43</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	100
<u>Tableau 44</u> : Concentration sanguine en albumine chez le chaton de 0 à 2 semaines et de 2 à 4 semaines (Hoskins, 1990), à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	100
<u>Tableau 45</u> : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	101
<u>Tableau 46</u> : Concentrations sanguines en calcium et phosphore chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).....	101
<u>Tableau 47</u> : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	101
<u>Tableau 48</u> : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	102
<u>Tableau 49</u> : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	102
<u>Tableau 50</u> : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993).	104
<u>Tableau 51</u> : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton entre 2 et 4 semaines de vie (Bonagura et al., 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010)...	114

<u>Tableau 52</u> : Créatininémie du chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).	115
<u>Tableau 53</u> : Urémie du chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	115
<u>Tableau 54</u> : Bilan des réactions posturales chez le chaton à 1 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990).....	120
<u>Tableau 55</u> : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton à 1 mois d'âge (Hoskins, 1990). ..	121
<u>Tableau 56</u> : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton à 1 mois d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012).....	121
<u>Tableau 57</u> : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton à 1 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).....	122
<u>Tableau 58</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 2 à 4 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	123
<u>Tableau 59</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 2 à 4 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	124
<u>Tableau 60</u> : Concentration sanguine en albumine chez le chaton de 20 jours à 1 mois (Hoskins, 1990 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	124
<u>Tableau 61</u> : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton de 20 jours à 1 mois (Hoskins, 1990 ; Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	125
<u>Tableau 62</u> : Concentrations sanguines en calcium et phosphore chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).	125
<u>Tableau 63</u> : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	125
<u>Tableau 64</u> : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	126

<u>Tableau 65</u> : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	126
<u>Tableau 66</u> : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993)..	128
<u>Tableau 67</u> : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton entre 4 et 5 semaines de vie (Von Dehn, 2014), entre 4 et 6 semaines de vie (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	137
<u>Tableau 68</u> : Créatininémie du chaton entre 1 mois et 45 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	138
<u>Tableau 69</u> : Urémie du chaton entre 1 mois et 45 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	139
<u>Tableau 70</u> : Bilan des réactions posturales chez le chaton à 45 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990).....	144
<u>Tableau 71</u> : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton à 45 jours d'âge (Hoskins, 1990).	144
<u>Tableau 72</u> : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton à 45 jours d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012).....	145
<u>Tableau 73</u> : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton à 45 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).....	145
<u>Tableau 74</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 4 à 6 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	147
<u>Tableau 75</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 4 à 6 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	147
<u>Tableau 76</u> : Concentration sanguine en albumine chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 à 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	148
<u>Tableau 77</u> : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 à 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	148

<u>Tableau 78</u> : Concentrations sanguines en calcium et en phosphore chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 et 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).....	148
<u>Tableau 79</u> : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 et 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).	149
<u>Tableau 80</u> : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 et 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	149
<u>Tableau 81</u> : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	150
<u>Tableau 82</u> : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993).	151
<u>Tableau 83</u> : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton à 2 mois d'âge (Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	159
<u>Tableau 84</u> : Créatininémie du chaton entre 45 jours et 2 mois de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).....	160
<u>Tableau 85</u> : Urémie du chaton entre 45 jours et 2 mois de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).	161
<u>Tableau 86</u> : Bilan des réactions posturales chez le chaton de 2 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990).....	165
<u>Tableau 87</u> : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton de 2 mois d'âge (Hoskins, 1990). <i>P = réflexe présent ; A = réflexe absent.</i>	166
<u>Tableau 88</u> : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton de 2 mois d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012).....	166
<u>Tableau 89</u> : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 2 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).....	167

<u>Tableau 90</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 6 à 8 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).....	168
<u>Tableau 91</u> : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 6 à 8 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	169
<u>Tableau 92</u> : Concentration sanguine en albumine chez le chaton à 2 mois d'âge (Von Dehn, 2014 ; Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	169
<u>Tableau 93</u> : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	170
<u>Tableau 94</u> : Concentrations sanguines en calcium et en phosphore chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 7 et 12 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	170
<u>Tableau 95</u> : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	170
<u>Tableau 96</u> : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).	171
<u>Tableau 97</u> : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).....	171
<u>Tableau 98</u> : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993).	173

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CONSULTATION ET EXAMEN CLINIQUE DU CHATON DE 0 À 2 MOIS	193
ANNEXE 2 : EXAMEN NEUROLOGIQUE DU CHATON DE 0 À 2 MOIS	201

INTRODUCTION

La population féline augmente chaque année en France, et le taux de médicalisation des chats croit de jour en jour. Ainsi, aujourd'hui ils représentent plus de la moitié de la clientèle vétérinaire. Parmi eux, des chatons de 0 à 2 mois sont reçus chaque jour dans les cliniques à travers le pays. Cependant, bien qu'ils fassent partie du quotidien des vétérinaires, ce sont des patients particuliers du fait de leur fragilité et de leur immaturité anatomique et physiologique. En effet, un chaton non sevré présente de nombreuses particularités et ne peut être pris en charge comme un « adulte de petite taille ». Face à un chaton de moins de 2 mois, le praticien doit donc adapter ses gestes et prendre en compte les différences qui le séparent du chat adulte afin de le recevoir et de le soigner.

Le praticien vétérinaire dispose d'un grand nombre de ressources de formation concernant le chat adulte et un nombre déjà plus limité à propos du chaton après son adoption (à partir de 2 mois d'âge). Quant au patient plus jeune, de la naissance à l'âge légal de vente (8 semaines), les informations sont encore plus rares et éparpillées dans de nombreuses sources. Il n'existe aucun outil, qu'il soit digital ou papier, rassemblant les connaissances concernant le chaton de la naissance à l'âge de 2 mois. Le praticien vétérinaire se trouve ainsi souvent dans l'incertitude dès le diagnostic, les limites de la normalité chez le chaton étant différentes de celles connues chez l'adulte.

L'objectif de notre travail vise donc à créer un site internet destiné aux vétérinaires praticiens regroupant des connaissances sur les grands systèmes du chaton de moins de 2 mois. Cet outil se présente sous forme d'une frise chronologique allant de sa naissance à l'âge de 2 mois. Il a pour but de faciliter la recherche d'informations capitales au moment d'accueillir un tel patient en clinique et de le soigner. Il se veut simple d'utilisation et interactif.

La première partie de ce manuscrit s'intéresse aux particularités des chatons depuis leur naissance jusqu'à 2 mois. Elle est divisée selon les périodes de croissance post-natale et apporte, pour chacune, les connaissances utiles à la pratique vétérinaire concernant les grands systèmes de l'organisme. 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 deuxième 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 via le site : www.neocare.pro.

PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

**RECUEIL BIBLIOGRAPHIQUE DU DÉVELOPPEMENT DU
CHATON DE 0 A 2 MOIS**

Cette première partie a pour but de rassembler les connaissances disponibles dans la littérature pour chaque système anatomique du chaton, par période d'âge entre la naissance et l'âge de 2 mois. **Il est important de considérer que cette partie est vouée à être lue par les vétérinaires non pas de façon linéaire, mais en se rendant directement à la période d'âge considérée, puis au système concerné par les informations recherchées.** En effet, des informations se répètent entre les différentes parties puisque certaines données sont valables d'un âge à l'autre.

I. Le chaton à la naissance

A. Poids de naissance

A la naissance, le poids du chaton est environ de 100 g. Plus précisément, selon les auteurs, il pèse : $101,6 \pm 19,4$ g (Lecourtois, 2018), entre 85 et 120 g (Kirk et al., 2000), 100 ± 10 g (Greco et Watters, 1990 ; Grundy, 2006).

Il varie de façon significative en fonction du sexe du chaton (Tableau 1) et en fonction de sa race (Tableau 2). Le poids de naissance est diminué en cas de sous nutrition maternelle (Paragon et al., 2003). L'influence de la taille de la portée est controversée (Hoskins, 1990 ; Paragon et al., 2003).

Tableau 1 : Poids de naissance moyens selon le sexe du chaton. *Entre crochets : intervalle de référence.*

	Poids moyen du chaton femelle (g)	Poids moyen du chaton mâle (g)
Gast, 2011 (Etude menée sur 333 chatons)	$95,3 \pm 17,5$	$103,3 \pm 17,4$
Lecourtois, 2018 (Etude menée sur 4152 chatons)	98,9 [86,8-110]	104,5 [92-116]

Tableau 2 : Poids de naissance moyens selon le sexe et la race chez le chaton (Dubos, 1997).

Race	Poids de naissance moyen des mâles (g) (nombre de chatons inclus)	Poids de naissance moyen des femelles (g) (nombre de chatons inclus)
Abyssin	94 (7)	84 (16)
Birman	97 (42)	96 (28)
Européen	105 (12)	98 (10)
Maine Coon	112 (5)	115 (2)
Norvégien	125 (5)	117 (5)
Persan	86 (94)	95 (2)
Siamois	95 (81)	88 (66)
Sphinx	99 (11)	91 (3)

En deçà d'une valeur seuil de poids de naissance, le risque de mortalité néonatale est accru. Grundy (2006) considère que celle-ci est de 90 g. Lecourtois (2018) considère qu'en fonction de la race, ce poids varie. Il est par exemple de 76 g pour le Mau Egyptien, contre 120 g pour le Maine Coon (Tableau 3).

Tableau 3 : Seuils critiques de poids de naissance par race ou groupe de races vis-à-vis du risque de mortalité néonatale (Lecourtois, 2018).

Race/Groupe de races	Seuil critique de poids de naissance (g)
Maine coon	120
Norvégien	108
British	103
Chartreux	99
Sacré de Birmanie	96
Abyssin/Somali	95
Russe/Nebelung	92
Balinais/Mandarin/Oriental/Siamois	77
Mau Egyptien	76

B. Système cardio-vasculaire

1. Anatomie cardio-vasculaire

Retour sur la circulation chez le fœtus à la fin de la gestation

Au cours de la gestation, l'oxygénation du fœtus a lieu à travers le placenta. Le sang oxygéné arrive au fœtus par voie veineuse, via la veine ombilicale. Il pénètre ensuite dans l'organisme par le foie, et passe directement dans la veine cave par l'intermédiaire d'un vaisseau strictement fœtal : le *ductus venosus* (ou canal veineux). Il atteint finalement le cœur au niveau de l'oreillette droite. Une partie de ce sang part dans le ventricule droit, tandis que l'autre se retrouve dans l'oreillette gauche. En effet, chez le fœtus, il existe une communication entre les deux oreillettes : c'est le *foramen ovale*, ou trou de Botal. De l'oreillette au ventricule gauche, le sang poursuit son trajet dans l'aorte. Là encore, une communication propre au fœtus rentre en jeu entre l'artère pulmonaire et l'aorte : le canal

artériel. Le sang moyennement oxygéné issu du mélange de ces deux vaisseaux fournit la circulation systémique et irrigue les organes tels que les reins, la vessie ou les intestins. Il finit sa route dans les artères ombilicales qui renvoient vers le placenta le sang peu oxygéné (Voldoire, 2002).

A la naissance, le cordon ombilical est composé de deux artères, une veine et du canal de l'Ouraque. Il est étiré au moment de l'expulsion du nouveau-né et coupé par la mère à l'aide de ses dents, à quelques centimètres de l'abdomen du fœtus. La circulation d'origine placentaire cesse, les échanges de gaz s'effectuent à présent dans les poumons. Les shunts fœtaux se ferment (Root Kustritz, 2011) : les canaux artériel (entre l'artère pulmonaire et l'aorte) et veineux (entre la veine ombilicale et la veine cave) se ferment en premier, 30 minutes après la naissance ; puis le foramen ovale (communication entre les deux oreillettes) subit une fermeture fonctionnelle, c'est-à-dire qu'il est maintenu fermé par la différence de pression entre les deux oreillettes (plus importante à gauche qu'à droite) mais est susceptible de se rouvrir si les pressions s'inversent (Voldoire, 2002). A la naissance, le cœur du chaton est quasi-symétrique : le ratio des masses ventriculaires droite sur gauche est quasiment de 1/1 contrairement à l'adulte (Bishop, 1999).

2. Fonction cardiaque

a. Auscultation

i. Fréquence et rythme cardiaques

L'auscultation du cœur est difficile du fait de la taille du thorax et de la fréquence cardiaque élevée. Elle doit se réaliser à gauche, au niveau de l'apex cardiaque, entre le cinquième et le sixième espace intercostal, dans le tiers ventral du thorax. L'usage d'un stéthoscope pédiatrique est conseillé (Root Kustritz, 2011).

La fréquence cardiaque normale d'un chaton est d'environ 200 à 250 battements par minute (bpm) le jour de la naissance. Le rythme cardiaque est un rythme cardiaque sinusal régulier chez le chaton de moins de 6 semaines (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

ii. Souffles physiologiques

Des souffles cardiaques de grades 1/6 à 3/6 entendus chez les chatons nouveau-nés sont le plus souvent causés par le flux sanguin aortique ou pulmonaire rapide ou des délais

variables de fermeture des shunts intracardiaques ou entre le cœur et les grands vaisseaux (Root Kustritz, 2011). Les souffles de grades 4/6 à 6/6 sont généralement dus à des malformations cardiaques congénitales. Les plus fréquentes chez le chat sont la dysplasie de la valve tricuspide et l'aplasie du septum ventriculaire (Root Kustritz, 2011).

b. Electrocardiogramme

L'électrocardiographie (ECG) est rarement réalisée sur des nouveau-nés mais permettrait de détecter des arythmies ou des défauts de conduction.

L'onde P présente une amplitude et durée semblables à celles de l'adulte. La durée et l'amplitude du complexe QRS et des intervalles PR et QT le sont également (Lourenço et Ferreira, 2003).

c. Pression artérielle

La pression artérielle du chaton est comprise entre 40 à 50 mmHg. Ces faibles valeurs sont dues aux parois musculaires artérielles immatures et à une faible résistance artérielle périphérique. Chez le chaton nouveau-né, l'analyse des variations de la pression sanguine ne permet pas de diagnostiquer un choc hypovolémique (Giry, 2002).

d. Adaptabilité cardiaque

Le chaton nouveau-né présente un débit cardiaque, un volume plasmatique, une pression veineuse centrale et une post-charge plus élevés que l'adulte. Au contraire, la pression artérielle moyenne, le volume d'éjection systolique, la résistance vasculaire périphérique et la précharge sont plus faibles (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). La masse myocardique contractile et la compliance ventriculaire (capacité des ventricules à se dilater) sont également plus faibles. Ainsi, la réserve cardiaque est faible et le volume d'éjection systolique ne varie pas (Giry, 2002). Le débit cardiaque du chaton ($DC = VES \times FC$ avec DC : Débit cardiaque (L/min) ; VES : Volume d'éjection systolique (L) ; FC : Fréquence cardiaque (bpm)) ne dépend donc que de la fréquence cardiaque (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

De ce fait, le cœur du chaton a une très faible capacité d'adaptation en fonction des événements (repos/exercice). De plus, le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque est mauvais chez le chaton nouveau-né. Le myocarde est moins dense en fibres sympathiques que

celui du chat adulte. A la naissance, le cœur du chaton est incapable notamment de répondre à une hypovolémie par une tachycardie. Ainsi, il est sensible aux pertes sanguines, même peu importantes (5-10 mL/kg). Ceci est à prendre en compte lors de prélèvements sanguins notamment : ils ne doivent pas excéder 0,5 mL pour 100 g de poids corporel (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

C. Système respiratoire

1. Anatomie et physiologie de l'arbre respiratoire

Durant les derniers jours précédant la mise-bas, les muscles respiratoires du fœtus commencent à fonctionner. Les poumons sont remplis de liquide et vides d'air. En post-partum immédiat, la première inspiration permet l'expansion des poumons (Moon et al., 2001). Ces derniers ne sont cependant pas encore totalement développés (Root Kustritz, 2011).

D'une part, le nouveau-né possède des particularités anatomiques qui rendent son appareil respiratoire moins efficace que celui d'un adulte (Giry, 2002). Dans un premier temps, ses voies respiratoires sont souples et de petit diamètre. Ceci induit une résistance à l'écoulement de l'air plus importante que chez l'adulte, et par conséquent un effort respiratoire plus intense. De plus, les risques d'obstruction sont plus élevés (Giry, 2002). Deuxièmement, la cage thoracique du chaton est souple et sa capacité résiduelle fonctionnelle est plus faible que chez l'adulte. En conséquence, la fermeture des voies aériennes périphériques, et donc le maintien d'une pression intra-thoracique négative, sont rendus plus difficiles (Giry, 2002).

Par ailleurs, l'appareil respiratoire du chaton est très sensible à la température de l'air, à sa teneur en oxygène, à ses composants toxiques ou irritants et aux agents infectieux qu'il contient (Grundy, 2006).

D'autre part, le chaton qui vient de naître a des besoins en oxygène deux à trois fois plus importants que l'adulte (Voldoire, 2002). C'est pourquoi il a une fréquence respiratoire plus élevée que ce dernier : entre 10 et 18 mouvements par minutes à la naissance (Little, 2011). Ce besoin important en oxygène peut être expliqué par plusieurs particularités : la taille importante de la langue par rapport à la cavité buccale (qui restreint le passage de l'air)

(Voldoire, 2002) et le volume courant, inférieur à celui de l'adulte (Moon et al., 2001). L'amplitude respiratoire est également plus faible (Root Kustritz, 2011).

Le chaton nouveau-né se voit donc forcé de fournir un effort respiratoire supérieur à celui de l'adulte, alors que sa résistance à la fatigue musculaire est réduite (Moon et al., 2001). Tout ceci doit être pris en compte lors de l'examen clinique de la fonction respiratoire.

2. Surfactant

Durant la fin de vie fœtale, l'épithélium pulmonaire du chaton synthétise le surfactant sous forme de film. Ce fluide recouvre la surface alvéolaire interne, diminuant ainsi de façon drastique la tension de surface. Il permet également d'augmenter la compliance pulmonaire et de stabiliser les alvéoles et les bronchioles terminales, de maintenir une capacité résiduelle fonctionnelle et de diminuer le travail respiratoire. Finalement, il a un effet cytoprotecteur au niveau alvéolaire.

La qualité et la quantité de surfactant sont deux éléments déterminants au moment de la naissance. Si elles sont insuffisantes, on assiste généralement à une détresse respiratoire aiguë chez le nouveau-né (appelée Syndrome de détresse respiratoire ou Maladie des membranes hyalines). Ceci résulte de la réduction des échanges gazeux, par réduction de la compliance pulmonaire. De plus, le surfactant agit comme un protecteur des membranes face à l'action irritante de l'oxygène. Ce dernier provoque une inflammation des parois alvéolaires et la formation de membranes hyalines dans les voies respiratoires inférieures. Lors de césarienne avant le terme de la gestation ou lors de naissance prématurée, le développement suffisant du surfactant est incertain (Root Kustritz, 2011).

Des études chez le chien ont montré que les fœti femelles commencent la synthèse de surfactant en moyenne 1 jour avant les fœti mâles (62 jours de gestation pour les femelles contre 63 jours pour les mâles) (Root Kustritz, 2011). Aucune donnée similaire n'est disponible chez le chaton.

3. Réponse physiologique face à l'hypoxie

Face à l'hypoxie, l'organisme du chaton à la naissance réagit de façon opposée à celui de l'adulte. En effet, il répond par une bradycardie et bradypnée avec une baisse du niveau de conscience (Moon et al., 2001).

Ainsi, lorsque le chaton subit une hypoxie au cours de la mise-bas, la réponse fœtale se met en place et retarde le début de la respiration spontanée (Moon et al., 2001). Ceci peut être limité grâce à des stimulations tactiles et thermiques (Moon et al., 2001). Il est conseillé par certains auteurs de stimuler en particulier les régions ombilicale et génitale en cas d'hypoxie au cours des trois premiers jours de vie, afin de provoquer une respiration réflexe (Grundy, 2006).

Le signe caractéristique d'affection respiratoire chez le chaton nouveau-né est la dyspnée ou détresse respiratoire (Root Kustritz, 2011). La détresse respiratoire se manifeste par une fréquence, des efforts et/ou des bruits respiratoires augmentés ou un collapsus pulmonaire aigu (Root Kustritz, 2011). L'halètement est un signe de température augmentée normal chez le chien alors que chez le chaton, il est dans la majorité des cas associé à une détresse respiratoire significative. La respiration bouche ouverte est, elle, considérée comme pathologique chez le chiot et le chaton (Root Kustritz, 2011).

De par l'immaturation de l'appareil respiratoire, la réponse à l'hypoxie chez le chaton débute en général par une brève augmentation de la fréquence de ventilation puis, très rapidement, une diminution de celle-ci. Le traitement de l'hypoxie doit donc débuter avant que les muscles respiratoires ne montrent de signes de fatigue (Moon et al., 2001).

D. Système digestif

1. Les dents

Le chaton naît sans aucune dent (Hoskins, 1990).

2. Le tube digestif

La longueur, le diamètre et le poids des organes du système digestif augmentent de façon importante les premiers jours de vie (Zabielski et al., 1999).

A la naissance, la taille de l'estomac est petite proportionnellement au reste du corps. Par conséquent, la capacité d'ingestion est faible (environ 1 mL pour 10 g de poids corporel par jour la première semaine). C'est durant les premières heures de vie que le poids, la longueur et la surface de l'intestin grêle augmentent le plus (Zabielski et al., 1999).

La consommation du colostrum va agir comme un mécanisme déclencheur du développement de la paroi digestive. En effet, il apporte des facteurs de croissance qui favorisent l'acquisition, le développement et l'évolution de l'équipement enzymatique de la muqueuse intestinale (Zabielski et al., 1999). Les enzymes de la bordure en brosse des entérocytes permettent une digestion et absorption optimales. Leur activité augmente de façon marquée juste avant la mise-bas. C'est pourquoi les individus prématurés peuvent présenter des troubles digestifs (Peterson et Kutzler, 2011).

Notion de perméabilité de la barrière intestinale

Dans les premières heures de vie, l'intestin est perméable aux macro-molécules telles que des hormones, des facteurs de croissance et autres peptides apportés par le colostrum de la mère (Zabielski et al., 1999). Ce transfert concerne également les agents de l'immunité essentiels au chaton, comme les immunoglobulines G (IgG).

3. Le pancréas

Le pancréas débute son développement pendant la période prénatale. L'activité des enzymes pancréatiques augmente pendant la vie fœtale. Ainsi, à la naissance, une grande partie des enzymes pancréatiques est active. La quantité de suc pancréatique sécrété augmente avec l'âge après la naissance. La courbe de sécrétion subit un bond au moment du remplacement du colostrum par le lait (Zabielski et al., 1999).

4. La flore bactérienne du tube digestif

A la naissance, le tube digestif du chaton est presque stérile (Peterson et Kutzler, 2011). Immédiatement après sa naissance, des bactéries de son environnement, de son alimentation et de sa mère s'y installent. La vitesse de colonisation est fonction de l'intensité des contacts du chaton avec les sources d'organismes colonisateurs (Smith, 1965).

Les premières bactéries à se développer dans le tube digestif du chaton nouveau-né sont des coliformes et des entérocoques (Smith, 1965).

Le rôle de la flore intestinale est crucial dans la protection de l'organisme contre la colonisation par des bactéries exogènes, potentiellement pathogènes. L'établissement d'un microbiote digestif chez le nouveau-né affecte le développement de son système immunitaire

et, par conséquent, sa santé à long terme. Ainsi, toute perturbation de l'équilibre de la flore digestive augmente les risques de maladie pour le chaton (Gauclère, 1993).

5. La digestion

a. Digestion des protéines

Durant les premières heures de vie, l'absorption des protéines se fait via un transport non spécifique. En effet, il existe au niveau de l'intestin grêle un transport macromoléculaire non sélectif qui permet de transférer les immunoglobulines et autres protéines de la lumière intestinale dans la circulation sanguine sans les dégrader. Les immunoglobulines colostrales échappent aux processus de digestion enzymatique, encore immatures chez le nouveau-né, et sont absorbées intactes au niveau de l'intestin grêle. L'absorption des macromolécules chez le nouveau-né se fait en deux étapes : internalisation des macromolécules dans les cellules épithéliales par pinocytose et transport des macromolécules vers le sang. La pinocytose intestinale est un mécanisme non spécifique qui n'est présent que durant une courte période (Crawford et al., 2003).

Il existe également un transport sélectif qui consiste en l'endocytose des immunoglobulines après fixation à des récepteurs présents sur les entérocytes : les récepteurs Fc γ Rn (Fragment cristallisable gamma Récepteur). Celui-ci transporte de manière sélective le fragment constant de l'IgG de la lumière intestinale à la circulation lymphatique sans dégradation (Buddington, 1996).

b. Digestion des glucides

A la naissance, celle-ci est concentrée sur la digestion du lactose, qui fait partie des principales sources d'énergie du lait. Les autres oses de petite taille tels que saccharose, maltose, isomaltose peuvent également être digérés. En revanche, les oses à longue chaîne ne sont pas ou presque pas digérés (Harper et Turner, 2000).

c. Digestion des lipides

La digestion des lipides du lait est possible grâce à la lipase. Cette enzyme est présente dans le suc gastrique et le lait ingéré, à la naissance. Elle agit en présence des sels biliaires et produit des micelles qui contiennent des acides gras, du glycérol et des monoglycérides, qui

seront absorbés par simple diffusion. Les sels biliaires sont réabsorbés en grande partie au niveau de l'iléon et subissent le cycle entéro-hépatique (Reece, 1997).

La lipase pancréatique est peu sécrétée à la naissance (Peterson et Kutzler, 2011).

6. Les paramètres biochimiques de la fonction hépatique

Les alanine-aminotransférases (ALAT) et les aspartate-aminotransférases (ASAT) chez le nouveau-né ont des concentrations sanguines semblables à celles de l'adulte. Ces dernières ainsi que celles des phosphatases alcalines (PAL) sont présentées dans le Tableau 4. La bilirubine présente une concentration élevée chez le chaton nouveau-né (Bonagura et al., 2014).

Tableau 4 : Paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton à la naissance (Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	Naissance	Adulte
Bilirubine totale (mg/L)	0,1-1,1	0-2,4
PAL (UI/L)	184-538	13-116
ASAT (UI/L)	21-126	10-35
ALAT (UI/L)	7-42	20-85

7. Aspect normal des selles

A la naissance, le chaton doit expulser des premières selles spécifiques : le méconium. Ce dernier correspond au contenu du tube digestif du chaton accumulé au cours de la gestation. Sa consistance est pâteuse et sa couleur brun-verdâtre. S'il n'est pas éliminé, le chaton n'aura pas d'appétit et refusera de téter (Hoskins, 1990).

E. Système urinaire

1. Fonction émonctoire du rein

a. Filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire

A la naissance, les reins du chaton sont immatures, tant au niveau structurel que fonctionnel.

Le débit de filtration glomérulaire du nouveau-né équivaut à 20 à 25 % de celui de l'adulte (proportionnellement au poids). Ceci est dû à une pression artérielle faible et un épithélium glomérulaire peu perméable (Fettman et Allen, 1991).

De même, la réabsorption tubulaire du chaton à la naissance est immature. La capacité de concentration des urines est donc peu développée : ces dernières ne sont qu'1,5 fois plus concentrées que le sang chez le chaton nouveau-né contre 4 à 5 fois chez le chat adulte ; sa densité urinaire est inférieure à 1,020 (Little, 2011). Conséquence d'une moindre réabsorption des molécules organiques par les tubules, les concentrations urinaires en protéines, glucose et acides aminés sont plus élevées chez le nouveau-né que chez l'adulte. Une glycosurie physiologique est donc fréquente. De même, une protéinurie est observée du fait de l'absorption intestinale des protéines colostrales et de la perméabilité de l'épithélium glomérulaire. De même, la clairance rénale de la créatinine du chaton de moins de 2 mois est d'environ 1,39 à 3,59 mL/min/kg, contre 3,80 à 4,74 mL/min/kg chez le chaton de 9 à 19 semaines (Dial, 1992).

Le nouveau-né est également prédisposé à l'acidose métabolique. D'un côté, le métabolisme du chaton a un rythme deux fois plus élevé que celui de l'adulte, donc produit deux fois plus d'acides. De l'autre, la capacité d'excrétion urinaire des protons est faible (Lage, 1980, cité par Gauciere, 1993).

b. Conséquences sur l'utilisation de médicaments en pratique

L'immaturation rénale est à prendre en compte lors de l'administration de médicaments excrétés ou métabolisés par les reins. En effet, leur clairance rénale est diminuée, ce qui peut induire des effets secondaires indésirables comme une néphrotoxicité ou une augmentation de leur durée d'action. C'est le cas notamment de la kétamine et de certains antibiotiques (céphalosporines, pénicillines, tétracyclines, trimétoprimes-sulfates) (Dial, 1992).

L'antibiotique de choix cité par les auteurs est généralement le ceftiofur (2,5 mg/kg par voie sous-cutanée toutes les 12 h pendant un maximum de 5 jours). L'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens chez le nouveau-né est déconseillée du fait de leur toxicité rénale accrue chez ce sujet (Grundy, 2006).

c. Paramètres biochimiques de la fonction rénale

i. La créatininémie

A la naissance, la concentration sanguine en créatinine est plus élevée qu'à l'âge adulte : entre 1,2 et 3,1 mg/dL de sang en moyenne (Tableau 5).

Tableau 5 : Créatininémie du chaton à la naissance (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	A la naissance	Adulte
Créatinine (mg/dL)	1,2-3,1	6,8-19

ii. L'urémie

L'urémie chez le chaton dépend de la durée du jeûne (temps écoulé entre le dernier repas et le prélèvement sanguin). A la naissance, elle est comprise entre 2,6 et 4,5 mg/dL (Tableau 6).

Tableau 6 : Urémie du chaton à la naissance (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	A la naissance	Adulte
Urée (mg/dL)	2,6-4,5	8,7-31

2. Régulation hydrique et conséquences en pratique

Les besoins hydriques du nouveau-né sont estimés à 120 à 180 mL par kg de poids corporel, donc plus importants que l'adulte (50 à 100 mL/kg). Ceci est dû à une plus forte teneur en eau dans son organisme (80 % contre 60 % pour le chat adulte), un rapport surface sur poids corporel plus important, un métabolisme plus rapide et une masse grasseuse plus faible.

Le chaton nouveau-né est sujet à une déshydratation rapide (Fettman et Allen, 1991), mais celle-ci est difficile à évaluer cliniquement. Le test du pli de peau n'est pas significatif, puisque la peau du chaton contient moins de graisse et plus d'eau que celle du chat adulte. L'humidité des muqueuses est facilement évaluable et est un reflet de l'état d'hydratation (Moon et al., 2001).

3. Miction

A la naissance, le chaton n'urine pas seul, une stimulation de la zone périnéale par la mère est nécessaire. La première miction a lieu dans les 24 heures suivant la naissance (Moon et al., 2001).

F. Comportement

1. Comportement alimentaire

A la naissance, le chaton se nourrit du lait maternel. Le comportement de tétée est présent dès la naissance, il est permis par une addition de réflexes. Il est indépendant de l'apprentissage et de l'expérience (Kovach et Kling, 1967).

Suite à la naissance des chatons, la chatte se couche et adopte une posture favorable à l'allaitement. Les chatons doivent alors trouver par eux-mêmes les tétines. Ils commencent à téter quelques minutes après s'être accrochés, puis s'arrêtent au bout d'environ 20 secondes. Le chaton s'accroche à n'importe laquelle des tétines à la naissance. Après quelques heures, ils utilisent préférentiellement les tétines postérieures (Bradshaw et al., 2012). Le chaton nouveau-né tète toutes les 2 à 4 heures, chaque tétée pouvant durer jusqu'à 45 minutes, pour un total d'environ 8 heures par jour. Une grande partie de ce temps n'implique pas l'ingestion de lait, ce sont des phases de tétées « non nutritives », qui peuvent représenter 90 % d'une séance d'allaitement (Beaver, 1992).

2. Sommeil

A ce stade, le sommeil profond ne présente pas toutes les caractéristiques qu'il présente chez l'adulte (activité cérébrale lente, respiration régulière, mouvements des yeux lents et tonus musculaire modéré) (Hoppenbrouwers et Serman, 1975). On observe ainsi souvent un sommeil agité, avec des contractions rapides des muscles de la face, des oreilles et des mouvements des paupières, des membres et du corps, et même parfois des vocalises :

c'est le sommeil paradoxal. De plus, le sommeil de groupe (les chatons dorment ensemble regroupés) est marqué à cette période (Gauclère, 1993). Le chaton nouveau-né dort plus de 20 heures par jour selon Gauclère (1993), et au moins 50 % du temps selon Beaver (1992).

3. Comportement de jeu et prédation

Le jeu a plusieurs intérêts. Il permet un entraînement physique musculaire mais aussi l'amélioration de la coordination et de l'équilibre. De plus, le jeu assure l'exploration de l'environnement et développe des contacts sociaux entre congénères. On distingue différents types de jeux : jeux sociaux (impliquant un autre chat), jeux avec des objets, jeux de prédation.

Chez le chaton à la naissance, aucun des trois n'est encore développé (West, 1974 ; Martin et Bateson, 1985).

4. Communication verbale

On distingue différents types de vocalises, émises dans des situations différentes : le ronronnement, le murmure, les miaulements, le hurlement, le grognement, le feulement, le sifflement, le crachement, le cri de douleur et le claquement de dents. Chaque vocalisation est émise dans un contexte particulier. La fréquence, la durée ainsi que l'amplitude varient suivant les situations et l'âge des chatons. Le grognement est présent à la naissance, tandis que le ronronnement est, lui, absent (Beaver, 1992).

G. Système neurologique

L'ensemble des méthodes d'évaluation des fonctions neurologiques du chaton sont décrites en annexe (ANNEXE 2).

1. Capacités sensorielles

a. Vision

Les yeux des chatons sont fermés à la naissance. Le chaton est alors incapable de voir. Les réflexes liés à la vision sont décrits dans la partie « Réflexes liés à la vision ».

b. Audition

Le canal auditif est fermé à la naissance. Il s'ouvre progressivement de l'extérieur vers l'intérieur. Par contre, les pavillons auriculaires sont capables de s'orienter vers des stimuli

autres qu'auditifs (olfactifs, tactiles, visuels). Ces réactions ne sont cependant pas encore matures (Olmstead et Villablanca, 1980).

c. Olfaction

L'olfaction est présente à la naissance. Elle permet de trouver les mamelles (Beaver, 1980).

d. Goût et toucher

Le toucher et le goût sont développés au cours de la gestation et donc présents à la naissance (Bradshaw et al., 2012).

e. Thermorégulation

A la naissance, les chatons sont sensibles aux températures extérieures mais quasiment incapables de réguler leur température corporelle (Bradshaw et al., 2012). En réalité, la vasodilatation et la vasoconstriction sont déjà effectives à cet âge, mais leurs capacités sont rapidement dépassées. La température corporelle est de mieux en mieux contrôlée grâce au développement du frisson thermique et du halètement en tant que mécanismes de thermogénèse d'une part et de thermolyse d'autre part (Olmstead et al., 1979). En effet, le chaton est capable d'haleter à une fréquence déjà élevée à la naissance (Olmstead et al., 1979). Ceci lui permet d'évacuer un surplus de chaleur.

A la naissance, les chatons restent dans le nid et n'en sortent pas. Leur température reste ainsi relativement stable (Olmstead et al., 1979).

2. Réactions posturales

Ce sont des actions volontaires déclenchées qui nécessitent une coordination entre le système sensoriel, la moelle spinale et les motoneurones centraux et périphériques. Leur évaluation permet d'apprécier la symétrie de développement des fonctions neurologiques chez le chaton. Leur présence ou non chez le chaton à la naissance est reportée dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Bilan des réactions posturales chez le chaton à la naissance (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). *M* = réaction mature ; *I* = réaction immature ou en cours de maturation ; *A* = réaction absente.

Placer proprioceptif	I
Placer tactile	A
Sautillement	I/A
Placer du menton	A
Placer visuel	A
Hémilocomotion	A
Réaction de soutien du corps	A

3. Réflexes moteurs

Il s'agit de réactions involontaires déclenchées artificiellement. Un réflexe diminué (hyporéflexie) ou absent (aréflexie) indique une anomalie des fibres sensitives segmentaires et/ou des motoneurones périphériques. Un réflexe augmenté (hyperréflexie) peut montrer une anomalie au niveau des motoneurones centraux. L'évaluation des réflexes sur un chaton est compliquée, de par une hétérogénéité des individus dans leur développement et une difficulté de mise en évidence (Hoskins, 1990). Leur présence ou non chez le chaton à la naissance est reportée dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton à la naissance (Hoskins, 1990). *P* = réflexe présent ; *A* = réflexe absent.

Réflexe patellaire	P
Réflexe de l'extenseur radial du carpe	P
Réflexe de flexion	P
Réflexe d'extension croisée	P/A
Réflexes toniques du cou	P

4. Réflexes liés à une stimulation tactile

Les indices tactiles semblent avoir moins d'importance que les indices olfactifs. En effet, les réflexes tactiles (Tableau 9) sont peu développés alors que l'odorat est, lui, très développé à la naissance. Ce dernier est essentiel notamment dans la recherche des mamelles (Beaver, 1980).

Tableau 9 : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton à la naissance (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe de tétée	P
Réflexe de fouissement	P
Réflexe d'immobilisation	A
Réflexe périnéal	P
Réflexe auriculo-naso-céphalique	P
Réflexe de Galant	P/A

5. Réflexes liés à la vision

Les réflexes liés à la vision sont reportés dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton à la naissance (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe palpébral	A
Réflexe pupillaire	A
Réflexe de clignement à la lumière	P/A
Réflexe de clignement à la menace	P/A
Réflexe cornéen	A

6. Locomotion

A la naissance, le chaton se déplace par reptation uniquement. Ses membres antérieurs sont plus forts que les postérieurs, mais aucun n'est capable de soutenir le corps. Il se déplace très peu et uniquement sur de courtes distances (Bradshaw et al., 2012).

Les déplacements sont dirigés par plusieurs sens et réflexes : le toucher, le thermotactisme et l'olfaction (phéromones libérées par les glandes mammaires et les apaisines libérées par le sillon intermammaire).

H. Sang

1. Volémie

Le volume sanguin total du chaton est de 5 à 10 mL/100 g de poids corporel, équivalent à celui du chat adulte (Von Dehn, 2014).

2. Système hématopoïétique

a. Lignée rouge

L'hématie du nouveau-né est sensiblement différente de celle du chat adulte. Tout d'abord, elle présente une macrocytose. En effet, son volume globulaire moyen (VGM) est plus élevé que celui de l'adulte (Tableau 11). De plus, elle est produite en plus faible quantité et présente une durée de vie plus courte que celle du chat adulte (66 à 79 jours chez le chaton contre 85 à 90 jours chez le chat adulte (Gauclère, 1993)). Ceci peut être à l'origine d'un dénombrement important de réticulocytes, de corps d'Howell-Jolly et de corps de Heinz lors de la réalisation d'une cytologie sanguine (Von Dehn, 2014).

L'hématocrite du nouveau-né est élevé par rapport aux valeurs usuelles de l'adulte (Tableau 11), d'où le fait qu'il présente une hyperhémie des muqueuses (Von Dehn, 2014).

Les paramètres sanguins relatifs aux hématies chez le chaton à la naissance (hématocrite, hémoglobémie, VGM, CCMH, TCMH et nombre d'hématies) sont reportés dans le Tableau 11.

L'hémoglobine est de structure identique à celle de l'adulte et possède une affinité semblable au dioxygène (Wellman, 2010).

Tableau 11 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton à la naissance en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010). *VGM* : volume globulaire moyen ; *CCMH* : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; *TCMH* : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.

	A la naissance (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Hématocrite (%)	35,3 ± 1,7	24-45
Hématies (10 ¹² /L)	5,29 ± 0,24	5,0-10,0
Hémoglobine (g/dL)	12,1 ± 0,6	8,0-15,0
VGM (fL)	67,4 ± 1,9	39-50
CCMH (%)	34,5 ± 0,8	32-36
TCMH (pg)	23,0 ± 0,6	13-17

b. La lignée blanche

Les concentrations sanguines en leucocytes, granulocytes neutrophiles et lymphocytes chez le chaton sont dans les intervalles de référence de l'adulte à la naissance. Le taux de granulocytes éosinophiles est légèrement supérieur aux normes adultes (Tableau 12).

Tableau 12 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton à la naissance en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).

	A la naissance (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Leucocytes (10 ⁹ /L)	9,67 ± 0,57	5,5-15,4
Neutrophiles non segmentés (10 ⁹ /L)	0,06 ± 0,02	18,6-40
Neutrophiles segmentés (10 ⁹ /L)	5,96 ± 0,68	2,0-22,3
Lymphocytes (10 ⁹ /L)	3,73 ± 0,52	1,5-7,0
Monocytes (10 ⁹ /L)	0,01 ± 0,01	0,0-0,85
Eosinophiles (10 ⁹ /L)	0,96 ± 0,43	0,0-0,75
Basophiles (10 ⁹ /L)	0,02 ± 0,01	0,0-0,2

c. Les protéines plasmatiques

i. Albumine

A la naissance, la concentration en albumine plasmatique est plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 13).

Tableau 13 : Concentration sanguine en albumine chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	A la naissance (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Albumine (g/L)	25-30	24-35

ii. Protéines totales

A la naissance, la concentration sérique en protéines totales est plus faible qu'à l'âge adulte chez le chaton (Tableau 14).

Tableau 14 : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	A la naissance (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Protéines totales (g/L)	38-52	53-85

3. Les minéraux : calcium et phosphore

Bien que le calcium et le phosphore soient essentiels pour la croissance des os, ils le sont également pour assurer une stabilité cellulaire, la contraction musculaire et la régulation acido-basique. Ces deux minéraux sont présents en grande quantité dans le sang du chaton à la naissance (Tableau 15).

Tableau 15 : Concentrations sanguines en calcium et en phosphore chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).

	A la naissance (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Calcium (mmol/L)	2,4-3,5	2,1-2,9
Phosphore (mmol/L)	1,5-2,8	1,2 -3,0

4. Glucose

Le glucose sanguin est régulé par trois mécanismes majeurs : l'absorption intestinale, la production hépatique et, à un plus faible degré, la production rénale. Chez le chaton nouveau-né, qui présentent notamment une fonction hépatique immature, le potentiel de néoglucogenèse et de glycogénolyse est faible. Par conséquent, la plus grande part de la concentration plasmatique en glucose chez le chaton provient des apports alimentaires. C'est pourquoi le chaton est particulièrement sujet à l'hypoglycémie en cas de stress, maladie, ou toute autre raison entraînant une réduction de l'absorption intestinale de glucose ou un jeûne (Gorman, 2011). La glycémie du chaton le jour de sa naissance est reportée dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	A la naissance (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Glucose (mmol/L)	3,1-16	2,6-8,4

5. Cholestérol et triglycérides

La cholestérolémie et la triglycéridémie sont régies par la production hépatique de cholestérol et par l'absorption intestinale de lipides. Le chaton nouveau-né présente une fonction hépatique immature. Cependant, il se nourrit exclusivement de lait, très riche en lipides (Gorman, 2011). A la naissance, la cholestérolémie et la triglycéridémie restent semblables aux normes de l'adulte chez le chat (Tableau 17).

Tableau 17 : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	A la naissance (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Cholestérol (mmol/L)	1,7-3,6	2,0-3,4
Triglycérides (mmol/L)	0,26-1,5	0,57-1,14

6. La créatinine kinase

La CK (Créatinine Kinase) est une enzyme qui signe une détérioration cellulaire du myocarde ou une rhabdomyolyse. Sa valeur à la naissance est très élevée par rapport aux valeurs de l'adulte, du fait du traumatisme subi au moment de la mise-bas par le chaton (Tableau 18).

Tableau 18 : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à la naissance (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010). CK : *Créatine Kinase*.

	A la naissance (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
CK (UI/L)	91-2300	0-820

7. Paramètres hépatiques

Voir Système digestif.

8. Paramètres rénaux

Voir Système urinaire.

I. Système immunitaire

1. Organes hématopoïétiques

La plupart des cellules du système immunitaire sont d'origine hématopoïétique. A la naissance, la moelle osseuse, la rate, le foie, les nœuds lymphatiques et le thymus sont déjà engagés dans l'hématopoïèse. Celle-ci se poursuit tout au long de la vie dans la moelle osseuse après la naissance. Elle persiste à la naissance dans le foie et la rate. Le thymus est le siège de la différenciation et maturation des lymphocytes T.

2. Développement de la réponse immunitaire

A la naissance, le système immunitaire du chaton est fonctionnel mais totalement naïf, n'ayant été soumis qu'à des sollicitations antigéniques faibles. Dépourvu de cellules mémoires, le nouveau-né élabore une réponse de type primaire, d'intensité plus modérée et plus lente à se mettre en place qu'une réponse secondaire. Il est également déficitaire en éléments de l'immunité spécifique (leucocytes, enzymes, facteurs du complément) (Tizard, 2009).

De plus, l'efficacité de l'immunité non spécifique est même encore diminuée par les conditions spécifiques de la naissance : l'imprégnation hormonale du nouveau-né au moment du part par des glucocorticoïdes et des prostaglandines $PGF_2\alpha$ aux propriétés immunosuppressives peut entraîner une baisse des fonctions des cellules phagocytaires (granulocytes et des macrophages).

Concernant l'immunité spécifique, les lymphocytes B, assurant l'immunité à médiation humorale, se développent d'abord dans le foie fœtal puis dans la moelle osseuse. Ils sont ensuite distribués dans les tissus lymphoïdes secondaires, et notamment les nœuds lymphatiques et la rate. La prolifération de lymphocytes T, assurant l'immunité à médiation cellulaire, est faible à la naissance. Ceci pourrait expliquer en partie la fragilité des chatons face aux affections bactériennes (Person, 2003).

3. Anticorps d'origine maternelle

Chez les carnivores, en raison d'une placentation de type endothélio-chorial, la concentration sanguine en immunoglobulines est très faible à la naissance. Les résultats d'une étude menée sur 25 fœti et chatons nouveau-nés par Yamada et al. en 1991 montrent l'absence de détection d'immunoglobulines dans le sérum des chatons avant l'ingestion colostrale, hormis des immunoglobulines G. Avant la prise colostrale, le taux sérique en IgG varie entre 0.03 à 0.21 g/L (Yamada et al., 1991 ; Crawford et al., 2006). En effet, le passage trans-placentaire des IgG est très limité chez le chaton (0.5 grammes d'immunoglobulines G par litre de sang). Ainsi, il est essentiel de s'assurer que tous les nouveau-nés ont accès aux mamelles, et donc au colostrum, dès la naissance.

4. Conséquences sur la vaccination et calendrier vaccinal

Si on vaccine un chaton avant la prise colostrale, il est toutefois incapable de produire une réponse immunitaire le jour de sa naissance du fait de l'immaturation de son système immunitaire. Après la prise colostrale, l'interférence vaccinale rend inutile l'injection.

II. Le chaton de la naissance à 10 jours

A. Croissance

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen quotidien :

La croissance d'un individu est reflétée par son gain moyen quotidien, exprimé en grammes par jour. Il est calculé comme suit :

$$GMQ_{Ja-Jb} = (P_{Jb} - P_{Ja}) / (a - b)$$

Cet indice peut être exprimé en pourcentage du poids au jour a (Ja). Entre 0 et 10 jours de vie, l'objectif de croissance est de 5 à 10 % du poids de naissance par jour (Greco et Watters, 1990), ou au moins 7 à 10 grammes par jour (Kirk et al., 2000). Ces deux modes de calcul aboutissent à des valeurs équivalentes.

Ainsi, à l'âge de 10 jours, le chaton dont le poids de naissance varie entre 85 et 120 grammes devrait peser au moins 155 à 220 g selon Kirk et al., ou entre 127 et 180 g selon Greco et Watters.

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen hebdomadaire :

Il existe également un autre indice reflétant la croissance à plus grande échelle : le gain moyen hebdomadaire (en grammes par semaine). Il est calculé comme suit :

$$GMH = P_{t+1semaine} - P_t$$

La littérature fournit des objectifs sensiblement différents selon les auteurs. Le chaton doit prendre 100 g par semaine (Greco et Watters, 1990 ; Kirk et al., 2000), ou entre 50 et 100 g par semaine (Peterson, 2011).

Ainsi, le chaton d'une semaine devrait peser entre 185 et 220 g (Greco et Watters, 1990 ; Kirk et al., 2000).

- Calcul du poids idéal grâce aux facteurs de multiplication du poids :

Le poids du chaton devrait être multiplié par deux à 8 à 10 jours d'âge (Peterson, 2011), ou au bout de 2 semaines (Greco et Watters, 1990), voire à l'âge de 10 - 14 jours (Root Kustritz, 2011).

- Courbe de croissance :

La littérature fournit des objectifs de croissance. Gast a réalisé une courbe de croissance grâce au suivi de 370 chatons en bonne santé (Figure 1), nous permettant de visualiser l'allure de celle-ci entre 0 et 10 jours de vie. Néanmoins, la croissance du chaton au cours des 10 premiers jours de vie varie en fonction du sexe, de la taille de la portée, du poids de naissance (un chaton de faible poids de naissance garde sur cette période un poids inférieur à celui des chatons nés avec un poids normal) et de la race (Gast, 2011).

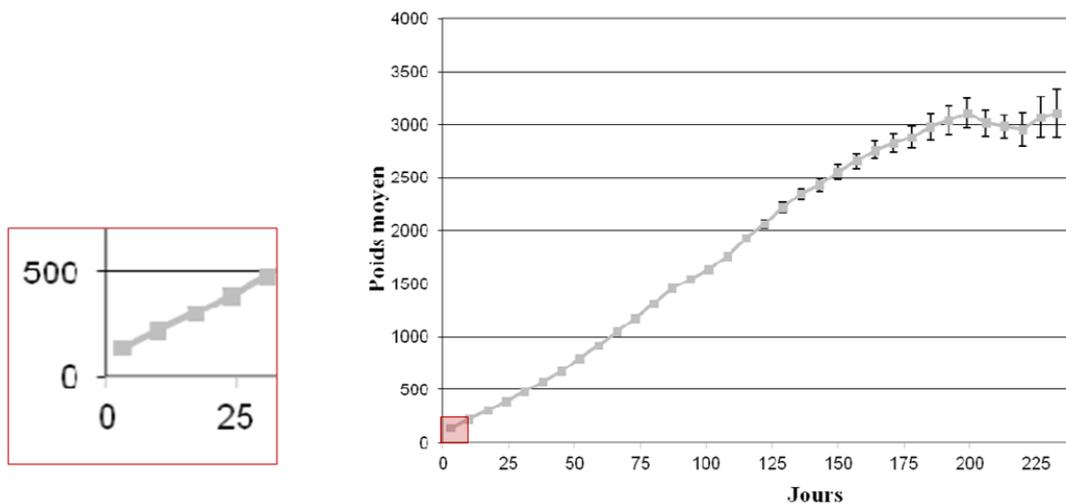


Figure 1 : Poids moyen (avec IC 95 %) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 0 et 10 jours de vie (Gast, 2011).

B. Système cardio-vasculaire

1. Anatomie cardio-vasculaire

Les phénomènes survenant au moment du part sont décrits dans la partie « A la naissance ».

La portion externe du cordon ombilical coupé à la naissance va sécher et tomber aux alentours de 3 jours après la naissance (Grellet, 2010).

Durant les 10 premiers jours de vie, la masse du ventricule droit est stable, alors que le ventricule gauche voit sa masse augmenter de façon linéaire (Bishop, 1999).

2. Fonction cardiaque

a. Auscultation

i. Fréquence et rythme cardiaques

L'auscultation du cœur est difficile du fait de la taille du thorax et de la fréquence cardiaque élevée. Elle doit se réaliser à gauche, au niveau de l'apex cardiaque, entre le cinquième et le sixième espace intercostal, dans le tiers ventral du thorax. L'usage d'un stéthoscope pédiatrique est conseillé (Root Kustritz, 2011).

La fréquence cardiaque normale d'un chaton de moins de 10 jours est d'environ 240 ± 20 battements par minute (bpm) (Lourenço et Ferreira, 2003).

Le rythme cardiaque est un rythme cardiaque sinusal régulier chez le chaton de 0 à 10 jours.

ii. Souffles physiologiques

Des souffles cardiaques de grades 1/6 à 3/6 entendus chez les chatons de 0 à 10 jours sont le plus souvent causés par le flux sanguin aortique ou pulmonaire rapide ou des délais variables de fermeture des shunts intracardiaques ou entre le cœur et les grands vaisseaux (Root Kustritz, 2011). Les souffles de grades 4/6 à 6/6 sont généralement dus à des malformations cardiaques congénitales. Les plus fréquentes chez le chat sont la dysplasie de la valve tricuspide et l'aplasie du septum ventriculaire (Root Kustritz, 2011).

D'autre part, durant les 4 premiers jours de vie, en cas d'hypoxie, la fréquence cardiaque diminue, ce qui est la réponse contraire à celle rencontrée chez un chat adulte (Grundy, 2006). Le flux sanguin est alors redistribué de façon à favoriser le cœur, le diaphragme, le cerveau et les glandes surrénales, aux dépens de la rate, du tractus intestinal, de la peau et des reins (Moon et al., 2001).

b. Electrocardiogramme

L'électrocardiographie (ECG) est rarement réalisée sur des chatons de cet âge mais permettrait de détecter des arythmies ou des défauts de conduction. L'onde P présente une amplitude et une durée semblables à celles de l'adulte. La durée et l'amplitude du complexe QRS et des intervalles PR et QT le sont également. On observe à cette période une augmentation progressive de la durée de l'onde R, jusqu'à atteindre les valeurs du chat adulte (Lourenço et Ferreira, 2003).

c. Pression artérielle

La pression artérielle du chaton de moins de 10 jours est comprise entre 40 à 50 mmHg. Ces faibles valeurs sont dues aux parois musculaires artérielles immatures et à une faible résistance artérielle périphérique. Chez le chaton de moins de 10 jours, l'analyse des variations de la pression sanguine ne permet pas de diagnostiquer un choc hypovolémique (Giry, 2002).

d. Adaptabilité cardiaque

Le chaton de moins de 10 jours présente un débit cardiaque, un volume plasmatique, une pression veineuse centrale et une post-charge plus élevés que chez l'adulte. Au contraire, la pression artérielle moyenne, le volume d'éjection systolique, la résistance vasculaire périphérique et la précharge sont plus faibles (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). La masse myocardique contractile et la compliance ventriculaire (capacité des ventricules à se dilater) sont également plus faibles. Ainsi, la réserve cardiaque est faible et le volume d'éjection systolique ne varie pas (Giry, 2002). Le débit cardiaque du chaton ($DC = VES \times FC$ avec DC : Débit cardiaque (L/min) ; VES : Volume d'éjection systolique (L) ; FC : Fréquence cardiaque (bpm)) ne dépend donc que de la fréquence cardiaque (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

De ce fait, le cœur du chaton a une très faible capacité d'adaptation en fonction des événements (repos/exercice). De plus, le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque est mauvais chez le chaton de 0 à 10 jours. Son myocarde est moins dense en fibres sympathiques. Jusque là, le cœur du chaton est incapable notamment de répondre à une hypovolémie par une tachycardie. Ainsi, le chaton est sensible aux pertes sanguines, même peu importantes (5-10 mL/kg). Ceci est à prendre en compte lors de prélèvements sanguins

notamment (ils ne doivent pas excéder 0,5 mL pour 100 g de poids corporel) (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

C. Système respiratoire

1. Anatomie et physiologie de l'arbre respiratoire

Le nouveau-né possède des particularités anatomiques qui rendent son appareil respiratoire moins efficace que celui d'un adulte (Giry, 2002). La croissance des alvéoles et la formation de nouvelles bronchioles se poursuivent durant les premiers jours de vie (Root Kustritz, 2011). Ses voies respiratoires sont souples et de petit diamètre, avec une résistance à l'écoulement de l'air plus importante que chez l'adulte, et par conséquent un effort respiratoire plus intense. De plus, les risques d'obstruction sont plus élevés (Giry, 2002). La cage thoracique du chaton est encore souple et sa capacité résiduelle fonctionnelle est plus faible que chez l'adulte. En conséquence, la fermeture des voies aériennes périphériques, et donc le maintien d'une pression intra-thoracique négative, sont rendues plus difficiles (Giry, 2002).

Par ailleurs, l'appareil respiratoire du chaton est très sensible à la température de l'air, à sa teneur en oxygène, à ses composants toxiques ou irritants et aux agents infectieux qu'il contient (Grundy, 2006).

D'autre part, le chaton de 0 à 10 jours a des besoins en oxygène deux à trois fois plus élevés que l'adulte (Voldoire, 2002). C'est pourquoi il a une fréquence respiratoire plus élevée que le chat adulte : entre 10 et 18 mouvements par minutes la première semaine et entre 16 et 36 mpm la deuxième semaine (Little, 2011). Ce besoin important en oxygène peut être expliqué par plusieurs particularités : la taille importante de la langue par rapport à la cavité buccale (qui restreint le passage de l'air) (Voldoire, 2002) et le volume courant, inférieur à celui de l'adulte (Moon et al., 2001). L'amplitude respiratoire est également plus faible (Root Kustritz, 2011).

Le chaton nouveau-né se voit donc forcé de fournir un effort respiratoire supérieur à celui de l'adulte, alors que sa résistance à la fatigue musculaire est réduite (Moon et al., 2001). Tout ceci doit être pris en compte lors de l'examen clinique de la fonction respiratoire.

2. Réponse physiologique face à l'hypoxie

Face à l'hypoxie, l'organisme du chaton réagit, au cours des deux premiers jours de vie, de façon opposée à celui de l'adulte. En effet, il répond par une bradycardie et bradypnée avec une baisse du niveau de conscience. A partir de 24 à 48 h, il y a une transition vers une réponse semblable à celle de l'adulte (Moon et al., 2001).

Ainsi, lorsque le chaton subi une hypoxie au cours de la mise-bas, la réponse fœtale se met en place et retarde le début de la respiration spontanée (Moon et al., 2001). Ceci peut être limité grâce à des stimulations tactiles et thermiques (Moon et al., 2001). Il est conseillé par certains auteurs de stimuler en particulier les régions ombilicale et génitale en cas d'hypoxie au cours des 3 premiers jours de vie, afin de provoquer une respiration réflexe (Grundy, 2006).

Le signe caractéristique d'affection respiratoire chez le chaton nouveau-né est la dyspnée ou détresse respiratoire. La détresse respiratoire se manifeste par une fréquence, des efforts et/ou des bruits respiratoires augmentés ou un collapsus pulmonaire aigu (Root Kustritz, 2011). L'halètement est un signe de température augmentée normal chez le chien alors que chez le chaton, il est dans la majorité des cas associé à une détresse respiratoire significative. La respiration bouche ouverte est, elle, considérée comme pathologique chez le chiot et le chaton (Root Kustritz, 2011).

De par l'immaturité de l'appareil respiratoire, la réponse à l'hypoxie chez le chaton débute en général par une brève augmentation de la fréquence de ventilation puis, très rapidement, une diminution de celle-ci. Le traitement de l'hypoxie doit donc débiter avant que les muscles respiratoires ne montrent de signes de fatigue (Moon et al., 2001).

D. Système digestif

1. Les dents

La cavité buccale du chaton de moins de 10 jours ne possède encore aucune dent (Hoskins, 1990).

2. Le tube digestif

La longueur, le diamètre et le poids des organes du système digestif augmentent de façon importante les premiers jours de vie. A la fin de la première semaine, la vitesse de développement du tractus ralentit (Zabielski et al., 1999).

Durant les 10 premiers jours, la capacité d'ingestion du chaton augmente : entre 1 et 1,5 mL pour 10 g de poids vif par jour. C'est durant les premières heures de vie que le poids, la longueur et la surface de l'intestin grêle augmentent le plus (Zabielski et al., 1999).

La consommation du colostrum agit comme un mécanisme déclencheur du développement de la paroi digestive. En effet, il apporte des facteurs de croissance qui favorisent l'acquisition, le développement et l'évolution de l'équipement enzymatique de la muqueuse intestinale. Durant les premières heures et premiers jours, la muqueuse gastrique subit ainsi une croissance intensive associée à une augmentation de la synthèse d'ADN et une diminution du renouvellement cellulaire. Elle se développe à la fois par hyperplasie et hypertrophie cellulaires. Elle commence à sécréter de l'acide chlorhydrique et des enzymes, provoquant une baisse rapide du pH luminal et parallèlement l'activation de la digestion protéique (Zabielski et al., 1999). Les enzymes de la bordure en brosse des entérocytes permettent une digestion et absorption optimales. Leur activité augmente de façon marquée juste avant la mise-bas. C'est pourquoi les individus prématurés peuvent présenter des troubles digestifs (Peterson et Kutzler, 2011).

Notion de fermeture de la barrière intestinale

Dans les premières heures de vie, l'intestin est perméable aux macro-molécules telles que des hormones, des facteurs de croissance et autres peptides apportés par le colostrum de la mère (Zabielski et al., 1999). Ce transfert concerne également les agents de l'immunité essentiels au chaton, comme les IgG. La fermeture de la barrière intestinale correspond à l'arrêt du transport des macromolécules de l'intestin vers le sang. Les mécanismes qui y aboutissent sont mal connus, plusieurs hypothèses sont défendues dans la littérature. Par exemple, certaines hypothèses sont fondées sur le renouvellement normal de l'épithélium : après la naissance, les divisions des cellules de l'épithélium intestinal s'intensifient et les nouvelles cellules, plus matures, remplacent les cellules capables de pinocytose des immunoglobulines et de synthèse du récepteur Fc γ Rn (Poffenbarger et al., 1991). D'autres

hypothèses défendent que la perte de la perméabilité intestinale est due à une modification des propriétés des entérocytes déjà existants (Buddington, 1996). Après 12 heures d'âge, la barrière intestinale devient quasi imperméable aux IgG (plus que 10 %), elle semble totalement hermétique au bout de 16 h de vie (Casal et al., 1996). Débute alors le développement de la fonction digestive de l'intestin. La fermeture de la barrière intestinale permettrait également de protéger l'organisme contre des agents pathogènes qui pourraient être absorbés via des mécanismes d'absorption non sélective.

3. Le pancréas

Le pancréas débute son développement pendant la période prénatale. L'activité des enzymes pancréatiques augmente pendant la vie fœtale. Ainsi, à la naissance, une grande partie des enzymes pancréatiques est active. La quantité de suc pancréatique sécrété augmente avec l'âge après la naissance. La courbe de sécrétion subit un bond au moment du remplacement du colostrum par le lait et au moment du sevrage (Zabielski et al., 1999). Aux alentours de trois semaines, le pancréas a développé une capacité à produire des enzymes digestives et des agents antibactériens (Peterson et Kutzler, 2011).

4. La flore bactérienne du tube digestif

Immédiatement après la naissance, des bactéries de l'environnement, de l'alimentation et de la mère s'installent dans le tube digestif du chaton. La vitesse de colonisation est fonction de l'intensité des contacts du chaton avec les sources d'organismes colonisateurs (Smith, 1965).

Les premières bactéries à se développer dans le tube digestif du chaton nouveau-né sont des coliformes et des entérocoques. Les germes anaérobies colonisent au bout de quelques jours de vie le tube digestif, accompagnés des lactobacilles et des clostridies. Au bout de quelques jours, la nature des bactéries de la flore digestive est semblable à celle de l'adulte (Smith, 1965).

Le rôle de la flore intestinale est crucial dans la protection de l'organisme contre la colonisation par des bactéries exogènes, potentiellement pathogènes et dans le développement de son système immunitaire et, par conséquent, sa santé à long terme. Pour cela, plusieurs mécanismes sont mis en jeu : compétition pour le même substrat, compétition pour les sites d'attachement sur la muqueuse, production de facteurs environnementaux (pH, potentiel

oxydo-réducteur, production de métabolites toxiques et de sulfure d'hydrogène), élaboration de substances antibactériennes (bactériocines), stimulation et régulation de l'immunité locale et systémique et développement des tissus lymphoïdes (Plaques de Peyer) (Lecoindre, 2010). Ainsi, toute perturbation de l'équilibre de la flore digestive augmente les risques de maladie pour le chaton (Gauclère, 1993).

5. La digestion

a. Digestion des protéines

Durant les premières heures de vie, l'absorption des protéines se fait via un transport non spécifique. En effet, il existe au niveau de l'intestin grêle un transport macromoléculaire non sélectif qui permet de transférer les immunoglobulines et autres protéines de la lumière intestinale dans la circulation sanguine sans les dégrader. Les immunoglobulines colostrales échappent aux processus de digestion enzymatique, encore immatures chez le nouveau-né, et sont absorbées intactes au niveau de l'intestin grêle. L'absorption des macromolécules chez le nouveau-né se fait en deux étapes : internalisation des macromolécules dans les cellules épithéliales par pinocytose et transport des macromolécules vers le sang. La pinocytose intestinale est un mécanisme non spécifique qui n'est présent que durant une courte période (Crawford et al., 2003).

Il existe également un transport sélectif qui consiste en l'endocytose des immunoglobulines après fixation à des récepteurs présents sur les entérocytes : les récepteurs Fc γ Rn (Fragment cristallisable gamma Récepteur). Celui-ci transporte de manière sélective le fragment constant de l'IgG de la lumière intestinale à la circulation lymphatique sans dégradation (Buddington, 1996).

Entre J0 et J10, le chaton se nourrit exclusivement de lait. La digestion des protéines contenues dans le lait débute sous l'action de la chymosine. Cette enzyme du suc gastrique coagule le lait et hydrolyse partiellement la caséine. La pepsine continue ensuite la digestion protéique. L'activité de cette enzyme est soumise au pH du suc gastrique. Or, chez le chaton, ce dernier est plus élevé que chez l'adulte en raison d'une faible production d'acide chlorhydrique par l'estomac. La pepsine est donc peu active chez le chaton nouveau-né (Zabielski et al., 1999).

b. Digestion des glucides

Les premiers jours de vie, celle-ci est concentrée sur la digestion du lactose, qui fait partie des principales sources d'énergie du lait. Les autres oses de petite taille tels que saccharose, maltose, isomaltose peuvent également être digérés. En revanche, les oses à longue chaîne ne sont pas ou presque pas digérés. En effet, l'alpha-amylase est peu active (Harper et Turner, 2000).

c. Digestion des lipides

La digestion des lipides du lait est possible grâce à la lipase. Cette enzyme est présente dans le suc gastrique et le lait ingéré (Reece, 1997). La lipase pancréatique est peu sécrétée le premier jour mais augmente ensuite en parallèle des lipides dans le lait de la mère les 10 premiers jours de vie (Peterson et Kutzler, 2011).

6. Les paramètres biochimiques de la fonction hépatique

Les concentrations sanguines en alanine-aminotransférase (ALAT), aspartate-aminotransférase (ASAT), phosphatase alcalines et bilirubine totale sont présentées dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton à la naissance, le premier jour et le septième jour de vie (Von Dehn, 2014), entre 0 et 2 semaines de vie (Bonagura et al., 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	Naissance	J1	J7	0 à 2 semaines	Adulte
Bilirubine totale (mg/L)	0,1-1,1	0,1-1,6	0-0,6	3 [1-10]	0-2,4
PAL (UI/L)	184-538	1348-3715	126-363	123 [68-269]	13-116
ASAT (UI/L)	21-126	75-263	15-45	8-48	10-35
ALAT (UI/L)	7-42	29-77	11-76	21 [10-38]	20-85

7. Aspect normal des selles

Les selles durant l'alimentation lactée du chaton sont rarement visibles car immédiatement consommées par la mère qui stimule leur excrétion par léchage. Elles sont de couleur jaune et de consistance moyenne.

E. Système urinaire

1. Fonction émonctoire du rein

a. Filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire

La néphrogenèse se poursuit les 10 premiers jours de vie. La maturation des reins se fait de façon centrifuge, les néphrons de la jonction cortico-médullaire devenant matures avant les néphrons sous-capsulaires.

Le débit de filtration glomérulaire du chaton à J0 équivaut à 20 à 25 % de celui de l'adulte, et augmente très progressivement au cours des 10 premiers jours de vie. Ceci est dû à une pression artérielle faible et un épithélium glomérulaire peu perméable (Fettman et Allen, 1991).

De même, la réabsorption tubulaire du chaton de 0 à 10 jours est immature. La capacité de concentration des urines est peu développée : ces dernières ne sont qu'1,5 fois plus concentrées que le sang chez le chaton de moins de 10 jours contre 4 à 5 fois chez le chat adulte ; sa densité urinaire est inférieure à 1.020 (Little, 2011). Conséquence d'une moindre réabsorption des molécules organiques par les tubules, les concentrations urinaires en protéines, glucose et acides aminés sont plus élevées chez le nouveau-né que chez l'adulte. Une glycosurie physiologique chez le chaton de 0 à 10 jours est donc fréquente. De même, une protéinurie est observée jusqu'à 15 heures après la naissance. Ceci est la conséquence de l'absorption intestinale des protéines colostrales et de la perméabilité de l'épithélium glomérulaire. Après la fermeture de la barrière intestinale, le ratio protéines sur créatinine urinaire (RPCU) du chaton est semblable à celui de l'adulte. De plus, la clairance rénale de la créatinine du chaton de 0 à 10 jours est d'environ 1,39 à 3,59 mL/min/kg, contre 3,80 à 4,74 mL/min/kg chez le chaton de 9 à 19 semaines (Dial, 1992).

Le nouveau-né est également prédisposé à l'acidose métabolique. D'un côté, le métabolisme du chaton a un rythme deux fois plus élevé que celui de l'adulte, donc produit

deux fois plus d'acides. De l'autre, la capacité d'excrétion urinaire des protons est faible (Lage, 1980, cité par Gauclère, 1993).

b. Conséquences sur l'utilisation de médicaments en pratique

L'immaturation rénale est à prendre en compte lors de l'administration de médicaments excrétés ou métabolisés par les reins chez le chaton de 0 à 10 jours. En effet, leur clairance rénale est diminuée, ce qui peut induire des effets secondaires indésirables comme une néphrotoxicité ou une augmentation de leur durée d'action. C'est le cas notamment de la kétamine et de certains antibiotiques (céphalosporines, pénicillines, tétracyclines, triméthoprimes-sulfates) (Dial, 1992). L'antibiotique de choix cité par les auteurs est généralement le ceftiofur (2,5 mg/kg par voie sous-cutanée toutes les 12 heures pendant un maximum de 5 jours). L'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens chez le nouveau-né est déconseillée du fait de leur toxicité rénale accrue chez ce sujet (Grundy, 2006).

c. Paramètres biochimiques de la fonction rénale

i. La créatininémie

La créatininémie est plus faible qu'à l'âge adulte : 0,2 à 0,6 mg/dL de sang chez un chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé. Ceci peut en partie être expliqué par une masse musculaire proportionnellement plus faible que chez l'adulte (Tableau 20).

Tableau 20 : Créatininémie du chaton entre 0 et 10 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	A la naissance	J1	J2	J4	J7	0 à 2 semaines	Adulte
Créatinine (mg/dL)	1,2-3,1	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,8	0,3-0,7	0,2-0,6	6,8-19

ii. L'urémie

L'urémie chez le chaton dépend de la durée du jeûne (temps écoulé entre le dernier repas et le prélèvement sanguin). En moyenne, sa valeur est comprise entre 0,47 et 1,2 mg/dL chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Tableau 21).

Tableau 21 : Urémie du chaton entre 0 et 10 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	A la naissance	J1	J2	J4	J7	0 à 2 semaines	Adulte
Urée (mg/dL)	2,6-4,5	3,4-9,4	2,4-7,1	1,6-4,1	1,6-3,6	0,47-1,2	8,7-31

2. Régulation hydrique et conséquences en *pratique*

Les besoins hydriques du chaton de moins de 2 mois sont estimés à 120 à 180 mL par kg de poids corporel, donc plus importants que l'adulte (50 à 100 mL/kg). Ceci est dû à une plus forte teneur en eau dans son organisme (80 % contre 60 % pour le chat adulte), un rapport surface sur poids corporel plus important (donc des pertes par déshydratation plus importantes), un métabolisme plus rapide et une masse grasseuse plus faible que l'adulte.

Le chaton de 0 à 10 jours est sensible à toute modification du volume liquidien extracellulaire (suite à une diarrhée, des vomissements ou le jeûne). Il est sujet à une déshydratation rapide (Fettman et Allen, 1991), mais celle-ci est difficile à évaluer. Le test du pli de peau n'est pas significatif avant 6 semaines, puisque la peau du chaton contient moins de graisse et plus d'eau que celle du chat adulte. L'humidité des muqueuses est facilement évaluable et est un reflet de l'état d'hydratation (Moon et al., 2001).

Si le chaton de moins de 10 jours tolère mal la déshydratation, il est tout aussi sensible à une fluidothérapie excessive ou mal adaptée d'un point de vue électrolytique. Cette dernière peut être à l'origine d'une surcharge cardiovasculaire, un œdème pulmonaire et des hémorragies intracrâniennes.

3. Miction

Entre 0 et 10 jours, le chaton n'urine pas seul, une stimulation de la zone périanale par la mère est nécessaire. La première miction a lieu dans les 24 heures suivant la naissance. Le chaton nouveau-né produit entre 5 et 60 mL d'urine par kg de poids corporel et par jour, contre 10 à 20 mL/kg chez le chat adulte. Elle doit être claire et incolore. Une urine foncée est un signe de déshydratation (Moon et al., 2001).

F. Comportement

1. Comportement alimentaire

Au cours des 2-3 premiers jours post-partum, la chatte peut rester en posture d'allaitement pendant des heures, ne laissant les chatons seuls qu'exceptionnellement pour manger elle-même et faire ses besoins. C'est elle qui déclenche la tétée au retour dans le nid, en léchant les chatons et en se plaçant en posture d'allaitement (Turner et Bateson, 2014).

Aux alentours de 7 jours de vie, date à laquelle les chatons ouvrent les yeux, ils trouvent plus facilement les mamelles (Kovach et Kling, 1967). Le chaton nouveau-né tète toutes les 2 à 4 heures la première semaine, puis toutes les 4 à 6 heures, chaque tétée pouvant durer jusqu'à 45 minutes. Une grande partie de ce temps n'implique pas l'ingestion de lait, ce sont des phases de tétées « non nutritives », qui peuvent représenter 90 % d'une séance d'allaitement (Beaver, 1992).

2. Sommeil

A ce stade, le sommeil profond ne présente pas toutes les caractéristiques qu'il présente chez l'adulte (activité cérébrale lente, respiration régulière, mouvements des yeux lents et tonus musculaire modéré). A 1 semaine d'âge, seulement environ 25 % du temps pendant lequel le chaton est en sommeil profond, il présente une respiration régulière. Seulement 30 % du temps de sommeil profond montre un tonus musculaire moyen (Hoppenbrouwers et Serman, 1975). On observe ainsi souvent un sommeil agité, avec des contractions rapides des muscles de la face, des oreilles et des mouvements des paupières, des membres et du corps. De plus, le sommeil de groupe (les chatons dorment ensemble regroupés dans le nid) est marqué à cette période (Gauclère, 1993). Le chaton nouveau-né dort plus de 20 heures par jour selon Gauclère (1993), et au moins 50 % du temps selon Beaver (1992).

3. Comportement de prédation et jeu

Le jeu a plusieurs intérêts. Il permet un entraînement physique musculaire mais aussi l'amélioration de la coordination et de l'équilibre. De plus, le jeu assure l'exploration de l'environnement et des contacts sociaux entre congénères. On distingue différents types de jeux : jeux sociaux (impliquant un autre chat), jeux avec des objets, jeux de prédation.

Ils sont tous les trois quasi inexistantes (West, 1974 ; Martin et Bateson, 1985).

4. Communication verbale

On distingue différents types de vocalises, émises dans des situations différentes : le ronronnement, le murmure, les miaulements, le hurlement, le grognement, le feulement, le sifflement, le crachement, le cri de douleur et le claquement de dents. Chaque vocalisation est émise dans un contexte particulier.

Le ronronnement est présent dès le 2^{ème} jour. C'est le premier son échangé entre la mère et le chaton au cours de l'allaitement ou de la toilette. Sa fonction n'est pas connue. Il est émis dans des circonstances très contradictoires (d'un moment de plaisir à un moment de douleur intense) (Beaver, 1992).

Le grognement est présent à la naissance mais disparaît généralement avec l'âge, sauf très occasionnellement chez les adultes (Beaver, 1992).

G. Système neurologique

L'ensemble des méthodes d'évaluation des fonctions neurologiques du chaton sont décrites en annexe (ANNEXE 2).

1. Capacités sensorielles

a. Vision

Les yeux du chaton commencent à s'ouvrir entre 2 et 16 jours après sa naissance, avec une moyenne de 8 jours (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). Plusieurs facteurs rentrent en jeu : la génétique, l'âge de la mère (plus elle est jeune, plus les chatons ouvrent leurs yeux rapidement), le sexe des chatons (les femelles ouvrent leurs yeux plus rapidement que les mâles), l'intensité des manipulations (plus elle est importante, plus le chaton ouvrira ses yeux tôt) (Martin et Bateson, 1985). L'initiation de l'ouverture se fait au bord médial de l'œil, et dans la majorité des cas elle est bilatérale symétrique (Beaver, 1980).

Lorsque les yeux s'ouvrent, la vision est encore immature. Les liquides optiques ne sont pas encore complètement transparents, et le cortex visuel est immature (Bradshaw et al., 2012). Les premières réponses à la lumière se traduisent par une réaction lente de détournement de la tête ou des yeux, 2 jours après l'ouverture (Beaver, 1980).

Les réflexes liés à la vision sont décrits dans la partie « Réflexes liés à la vision ».

b. Audition

Les canaux auditifs s'ouvrent progressivement dès la naissance. L'ouverture se fait de manière centripète, en couches, jusqu'atteindre l'extrémité interne du canal. L'ouverture est complète entre J8 et J16 en moyenne (Olmstead et Villablanca, 1980). Le chaton semble répondre aux stimuli auditifs dès 5 jours en moyenne, avec un redressement du corps, des mouvements des pavillons auriculaires et une modification de l'expression faciale (Olmstead et Villablanca, 1980).

c. Olfaction

L'olfaction est présente et s'affine progressivement (Beaver, 1980).

d. Goût et toucher

Le goût et le toucher sont présents (Bradshaw et al., 2012).

e. Thermorégulation

La température rectale moyenne du chaton entre J0 et J10 est de 35 à 37 °C (Bradshaw et al., 2012). Le chaton est encore incapable de réguler sa température corporelle. Il est toutefois capable d'haler à une fréquence élevée pour évacuer un surplus de chaleur. Il reste encore blotti dans le nid en compagnie de ses frères et sœurs (Olmstead et al., 1979).

2. Réactions posturales

Ce sont des actions volontaires déclenchées qui nécessitent une coordination entre le système sensoriel, la moelle spinale et les motoneurones centraux et périphériques. Leur évaluation permet d'apprécier la symétrie de développement des fonctions neurologiques chez le chaton. Leur présence ou non chez le chaton à la naissance est reportée dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Bilan des réactions posturales chez le chaton de 10 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). *M* = réaction mature ; *I* = réaction immature ou en cours de maturation ; *A* = réaction absente.

Placer proprioceptif	M
Placer tactile	I
Sautillement	I/A
Placer du menton	A
Placer visuel	A
Hémilocomotion	A
Réaction de soutien du corps	I

3. Réflexes moteurs

Il s'agit de réactions involontaires déclenchées artificiellement. Un réflexe diminué (hyporéflexie) ou absent (aréflexie) indique une anomalie des fibres sensibles segmentaires et/ou des motoneurones périphériques. Un réflexe augmenté (hyperréflexie) peut montrer une anomalie au niveau des motoneurones centraux. L'évaluation des réflexes sur un chaton est compliquée, de part une hétérogénéité dans leur développement et une difficulté de mise en évidence (Hoskins, 1990). Leur présence ou non chez le chaton de 10 jours est reportée dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton de 10 jours d'âge (Hoskins, 1990). *P* = réflexe présent ; *A* = réflexe absent.

Réflexe patellaire	P
Réflexe de l'extenseur radial du carpe	P
Réflexe de flexion	P
Réflexe d'extension croisée	P/A
Réflexes toniques du cou	P

4. Réflexes liés à une stimulation tactile

Les réflexes tactiles sont à l'origine des premières interactions du chaton avec sa mère. Leur présence ou non chez le chaton de 10 jours est reportée dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton de 10 jours d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe de tétée	P
Réflexe de fouissement	Disparaît entre J8 et J16
Réflexe d'immobilisation	P
Réflexe périnéal	P
Réflexe auriculo-naso-céphalique	A (disparition à J7)
Réflexe de Galant	P/A

5. Réflexes liés à la vision

Le réflexe palpébral apparaît entre J1 et J3, puis devient mature entre le premier et le neuvième jour en moyenne. Tous les chatons possèdent un réflexe palpébral complet et normal lors de l'ouverture des yeux (Beaver, 1980).

Les études concernant les réflexes de clignement à la lumière et à la menace donnent des résultats différents. Certaines montrent qu'ils apparaissent dans les premiers jours suivant la naissance (entre J1 et J13, avec une moyenne de 6 jours pour le réflexe de clignement à la lumière) (Beaver, 1980), d'autres qu'ils sont présents à la naissance (Villablanca et Olmstead, 1979).

Le réflexe pupillaire apparaît souvent au moment de l'ouverture des yeux, plus précisément entre J7 et J18. La réponse est généralement faible au début (Beaver, 1980).

Le réflexe cornéen est présent à l'ouverture des yeux, voire peut-être un peu avant (Villablanca et Olmstead, 1979).

Globalement, les réflexes de protection visuelle (dont le réflexe de clignement à la lumière) apparaissent avant l'ouverture des yeux. Le réflexe pupillaire est très lent les premiers jours (Beaver, 1980). Un bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 10 jours est présenté dans le Tableau 25.

Tableau 25 : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 10 jours d'âge (Villablanca, Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe palpébral	P
Réflexe pupillaire	P/A
Réflexe de clignement à la lumière	P/A
Réflexe de clignement à la menace	P/A
Réflexe cornéen	P/A

6. Locomotion

A J10, lorsque les canaux auditifs et les yeux s'ouvrent, les déplacements et le niveau d'activité générale augmentent (Bradshaw et al., 2012). En moyenne à 5,7 jours, les membres thoraciques du chaton commencent à pouvoir supporter son corps lorsqu'il se déplace (Beaver, 1992).

H. Sang

1. Volémie

Le volume sanguin total du chaton est de 5 à 10 mL/100 g de poids corporel, équivalent à celui du chat adulte (Von Dehn, 2014).

2. Système hématopoïétique

a. La lignée rouge

L'hématie du chaton nouveau-né est sensiblement différente de celle du chat adulte. Tout d'abord, elle présente une macrocytose. En effet, son volume globulaire moyen (VGM) est plus élevé que celui de l'adulte (Tableau 26). De plus, elle est produite en plus faible quantité et présente une durée de vie plus courte que celle du chat adulte (66 à 79 jours chez le

chaton contre 85 à 90 jours chez le chat adulte (Gauclère, 1993)). Ceci peut être à l'origine d'un dénombrement important de réticulocytes, de corps d'Howell-Jolly et de corps de Heinz lors de la réalisation d'une cytologie sanguine (Von Dehn, 2014).

L'hématocrite du nouveau-né est élevé à la naissance par rapport aux valeurs usuelles de l'adulte (Tableau 26), d'où le fait qu'il présente physiologiquement une hyperhémie des muqueuses. Il diminue drastiquement les trois premiers jours de vie, puis plus lentement (Von Dehn, 2014).

Les paramètres sanguins relatifs aux hématies chez le chaton à la naissance (hématocrite, hémoglobinémie, VGM, CCMH, TCMH et nombre d'hématies) sont reportés dans le Tableau 26.

L'hémoglobine est de structure identique à celle de l'adulte et possède une affinité semblable au dioxygène (Wellman, 2010).

Tableau 26 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010). *VGM* : volume globulaire moyen ; *CCMH* : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; *TCMH* : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.

	0 à 2 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Hématocrite (%)	35,3 ± 1,7	24-45
Hématies (10 ¹² /L)	5,29 ± 0,24	5,0-10,0
Hémoglobine (g/dL)	12,1 ± 0,6	8,0-15,0
VGM (fL)	67,4 ± 1,9	39-50
CCMH (%)	34,5 ± 0,8	32-36
TCMH (pg)	23,0 ± 0,6	13-17

b. La lignée blanche

Une augmentation significative du nombre de leucocytes est observée entre 0 et 2 semaines, elle peut être attribuée à l'augmentation de la stimulation antigénique à cette période. Cependant, les concentrations sanguines en leucocytes, granulocytes neutrophiles et

lymphocytes chez le chaton restent dans les intervalles de référence de l'adulte entre 0 et 10 jours (Tableau 27). Le taux de granulocytes éosinophiles est légèrement supérieur aux normes adultes à cette période.

Tableau 27 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).

	0 à 2 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Leucocytes ($10^9/L$)	9,67 ± 0,57	5,5-15,4
Neutrophiles non segmentés ($10^9/L$)	0,06 ± 0,02	18,6-40
Neutrophiles segmentés ($10^9/L$)	5,96 ± 0,68	2,0-22,3
Lymphocytes ($10^9/L$)	3,73 ± 0,52	1,5-7,0
Monocytes ($10^9/L$)	0,01 ± 0,01	0,0-0,85
Eosinophiles ($10^9/L$)	0,96 ± 0,43	0,0-0,75
Basophiles ($10^9/L$)	0,02 ± 0,01	0,0-0,2

c. Les protéines plasmatiques

i. Albumine

Entre 0 et 10 jours de vie, la concentration en albumine plasmatique est plus faible qu'à l'âge adulte chez le chat (Tableau 28).

Tableau 28 : Concentration sanguine en albumine du chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et du chat adulte (Hébert, 2010). *IR = Intervalle de référence.*

	A la naissance (IR)	J1 (IR)	J2 (IR)	J4 (IR)	J7 (IR)	Adulte (IR)
Albumine (g/L)	25-30	19-27	16-26	18-25	20-25	24-35

ii. Protéines totales

La concentration en protéines totales est plus faible qu'à l'âge adulte à cette période (Tableau 29). Les protéines d'origine colostrale sont dégradées, entraînant une baisse de la concentration sanguine en protéines totales. Le foie, encore immature, est incapable de compenser l'expansion rapide du volume plasmatique post-natal en produisant suffisamment de protéines (Hoskins, 1990).

Tableau 29 : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010). *IR = Intervalle de référence.*

	A la naissance (IR)	J1 (IR)	J2 (IR)	J4 (IR)	J7 (IR)	Adulte (IR)
Protéines totales (g/L)	38-52	39-58	30-53	33-50	35-48	53-85

3. Les minéraux : calcium et phosphore

Ces deux minéraux sont présents en grande quantité dans le sang du chaton au cours de la croissance (Tableau 30).

Tableau 30 : Concentrations sanguines en calcium et phosphore chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010). *IR = Intervalle de référence.*

	A la naissance (IR)	J1 (IR)	J2 (IR)	J4 (IR)	J7 (IR)	Adulte (IR)
Calcium (mmol/L)	2,4-3,5	2,4-3,0	2,2-3,2	2,3-3,6	2,5-3,4	2,1-2,9
Phosphore (mmol/L)	1,5-2,8	1,2-2,2	1,3-3,4	1,8-3,5	1,7-2,75	1,2 -3,0

4. Glucose

Le glucose sanguin est régulé par trois mécanismes majeurs : l'absorption intestinale, la production hépatique et, à un plus faible degré, la production rénale. Chez le chaton nouveau-né, qui présente notamment une fonction hépatique immature, le potentiel de néoglucogénèse et de glycogénolyse est faible. Par conséquent, la plus grande part de la concentration plasmatique en glucose chez le chaton est d'origine alimentaire. C'est pourquoi le chaton est particulièrement sujet à l'hypoglycémie en cas de stress, maladie, ou toute autre

raison entraînant une réduction de l'absorption intestinale de glucose ou un jeûne (Gorman, 2011). La glycémie du chaton entre 0 et 10 jours post-partum est reportée dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Concentrations sanguines en glucose chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010). *IR = Intervalle de référence.*

	A la naissance (IR)	J1 (IR)	J2 (IR)	J4 (IR)	J7 (IR)	Adulte (IR)
Glucose (mmol/L)	3,1-16	3,6-8,27	4,2-8,5	4,6-9,0	5,8-8,0	2,6-8,4

5. Cholestérol et triglycérides

La cholestérolémie et la triglycéridémie sont régies par la production hépatique de cholestérol et par l'absorption intestinale de lipides. Le chaton nouveau-né présente une fonction hépatique immature. Cependant, il se nourrit exclusivement de lait, très riche en lipides (Gorman, 2011). Entre 0 et 10 jours de vie, la cholestérolémie et la triglycéridémie dépassent rapidement les valeurs de l'adulte en même temps que la quantité de lait ingérée augmente (Tableau 32).

Tableau 32 : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010). *IR = Intervalle de référence.*

	A la naissance (IR)	J1 (IR)	J2 (IR)	J4 (IR)	J7 (IR)	Adulte (IR)
Cholestérol (mmol/L)	1,7-3,6	1,2-5,4	2,1-4,5	2,5-2,9	3,1-5,5	2,0-3,4
Triglycérides (mmol/L)	0,26-1,5	0,34-7,4	0,38-10,6	1,1-8,7	1,5-10,9	0,57-1,14

6. La créatinine kinase

La CK (Créatinine Kinase) est une enzyme qui signe une détérioration cellulaire du myocarde ou une rhabdomyolyse. Sa valeur à la naissance est très élevée par rapport aux valeurs de l'adulte, du fait du traumatisme subi au moment de la mise-bas par le chaton (Tableau 33).

Tableau 33 : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton entre 0 et 10 jours de vie (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010). *IR = Intervalle de référence.*

	A la naissance (IR)	J1 (IR)	J2 (IR)	J4 (IR)	J7 (IR)	Adulte (IR)
CK (UI/L)	91-2300	519-2564	115-974	101-616	107-445	0-820

7. Paramètres hépatiques

Voir Système digestif.

8. Paramètres rénaux

Voir Système urinaire.

I. Système immunitaire

1. Organes hématopoïétiques

La plupart des cellules du système immunitaire sont d'origine hématopoïétique. L'hématopoïèse se poursuit tout au long de la vie dans la moelle osseuse et persiste quelques semaines après la naissance dans le foie et la rate. Le thymus, siège de la différenciation et maturation des lymphocytes T, croît pendant les premières semaines de vie.

2. Réponse immunitaire

Le premier jour de vie, le système immunitaire du chaton est fonctionnel mais totalement naïf, n'ayant été soumis qu'à des sollicitations antigéniques faibles. Dépourvu de cellules mémoires, il élabore une réponse de type primaire, d'intensité plus modérée et plus lente à se mettre en place qu'une réponse secondaire. Il est également déficitaire en éléments de l'immunité spécifique (leucocytes, enzymes, facteurs du complément).

Concernant l'immunité spécifique, les lymphocytes B, assurant l'immunité à médiation humorale, se développent d'abord dans le foie fœtal puis dans la moelle osseuse. Ils sont ensuite distribués dans les tissus lymphoïdes secondaires, et notamment les nœuds lymphatiques et la rate. La prolifération de lymphocytes T, assurant l'immunité à médiation cellulaire, est faible entre J0 et J10. Ceci pourrait expliquer en partie la fragilité des chatons

face aux affections bactériennes. L'activité hématopoïétique du thymus croît pendant les premières semaines de vie (Tizard, 2009).

3. Anticorps d'origine maternelle

La protection du nouveau-né est assurée par des anticorps d'origine maternelle. Chez le chaton, en raison d'une placentation de type endothélio-chorial, ces anticorps sont transmis juste après la naissance par voie colostrale. Son système digestif permet durant les premières heures de vie le passage sans dégradation des macromolécules de la lumière du tractus vers la circulation sanguine. Par conséquent, les IgG colostrales peuvent ainsi être absorbées par le nouveau-né. Cette absorption est maximale pendant les 6 heures qui suivent la mise bas, pour devenir insuffisante à partir de la 15^{ème} heure (Casal et al., 1996). C'est pour cela qu'il est primordial de s'assurer que tous les chatons ont accès aux mamelles dès leur naissance. Lorsque la prise de colostrum a été correcte, le nouveau-né possède un taux d'IgG sériques protectrices équivalent à celui de sa mère. Celui-ci est de plus dépendant de l'état sanitaire et vaccinal de la femelle. Selon Levy et al., 2001, l'apport par voie sous-cutanée ou per-os à la naissance d'un mélange de sérums de chats adultes sains permet d'obtenir une concentration en IgG comparable à celle des chatons ayant tété le colostrum de leur mère. Cependant, selon une autre étude, l'administration par voie sous-cutanée confère une protection largement supérieure à l'apport par voie orale (Crawford et al., 2003). Cette dernière étude montre également l'intérêt de l'utilisation d'IgG de cheval chez le chaton n'ayant pas reçu de colostrum. Bien que celles-ci, administrées par voie sous-cutanée, permettent d'apporter suffisamment d'IgG en quantité, elles n'entraînent pas la phagocytose par les neutrophiles félines, contrairement aux IgG de chat.

L'immunité passive locale apparaît progressivement au cours du développement du chaton. Elle est constituée par les IgA et les IgG contenues dans le colostrum et le lait. Au cours des 48 premières heures post-partum, les sécrétions mammaires voient leur concentration en IgG et IgA chuter rapidement : on parle alors de lait. La quantité d'IgG dans le colostrum de la chatte est de $62,05 \pm 23,85$ g/L, celle d'IgA de $1,43 \pm 1,16$ g/L (Claus et al., 2006). Au bout de 7 jours post-partum, la quantité d'IgG dans le lait chute à $5,33 \pm 7,29$ g/L, celle d'IgA atteint $0,29 \pm 0,23$ g/L (Claus et al., 2006). Elles continuent ensuite de chuter au cours des 10 premiers jours de vie.

En conséquence de la maturation du système digestif, les IgG sont de plus en plus dégradées par le suc gastrique et les enzymes intestinales du chaton. D'autre part, les entérocytes n'expriment plus le récepteur FcγRn, capable de transporter de manière sélective la portion Fc de l'IgG de la lumière intestinale à la circulation sans dégradation (Crawford et al., 2003). Les IgA sont quant à elles plus résistantes aux protéases.

Au minimum 97 % des immunoglobulines circulantes chez le chaton proviennent du colostrum. Ainsi, grâce à ce dernier, à 48 h de vie, le taux sérique d'immunoglobulines G atteint un pic à $19,15 \pm 8,51$ g/L. Le taux sérique d'immunoglobulines A atteint lui un sommet à $0,32 \pm 0,31$ g/L (Claus et al., 2006). L'un comme l'autre chutent ensuite au cours des 10 premiers jours de vie.

La protection humorale transmise par la mère au chaton peut varier considérablement d'un sujet à l'autre, en fonction de la prise colostrale. De plus, le niveau de protection diminue rapidement dans le temps : le taux d'IgG circulant chez le chaton diminue de moitié tous les 8 à 10 jours (Casal et al., 1996). Des demi-vies des immunoglobulines ont été déterminées selon les agents pathogènes (Tableau 34). La durée de protection des chatons par immunité passive dépend également du statut immunitaire de la mère : plus la mère a un titre d'anticorps élevé contre un agent pathogène donné et plus le chaton sera protégé longtemps (Gauclère, 1993).

Tableau 34 : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principaux agents pathogènes (Gauclère, 1993). *NB : la durée de protection n'est qu'indicative, elle dépend du statut vaccinal de la mère.*

Agent pathogène	Demi-vie des IgG (jours)	Durée de protection (semaines)
Feline Parvovirus FPV	9,5	8-14
FeLV	15	6-8
Herpès-virus FHV	18,5	6-8
Calicivirus FCV	15	9-14
Coronavirus FCoV	7	4-6
Lyssavirus de la rage	?	13
<i>Chlamydomphila felis</i>	?	8-12

Ainsi, dans l'hypothèse où la prise colostrale a été correcte et où le calendrier vaccinal de la mère a été respecté, le chaton de 0 à 10 jours se trouve protégé contre les principales maladies : panleucopénie, leucose, herpèsvirose, calicivirose, coronavirose, rage et chlamydie (Gauclère, 1993).

4. Conséquences sur la vaccination et calendrier vaccinal

A cet âge-là, les chatons ayant ingéré le colostrum de leur mère vaccinée sont protégés tant que les anticorps maternels persistent. Ces derniers protègent le chaton contre l'agent infectieux mais provoquent également des interférences vaccinales. En effet, ils induisent une neutralisation des antigènes vaccinaux et inhibent donc le développement de la réponse immunitaire. Dans le cas d'un chaton n'ayant pas ingéré de colostrum, une réponse immunitaire à un vaccin peut être observée à partir de 2 jours de vie.

III. Le chaton de 10 à 20 jours

A. Croissance

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen quotidien :

La croissance d'un individu est reflétée par son gain moyen quotidien, exprimé en grammes par jour. Il est calculé comme suit :

$$GMQ_{Ja-Jb} = (P_{Jb} - P_{Ja}) / (a - b)$$

Cet indice peut être exprimé en pourcentage du poids au jour a (Ja). Entre 10 et 20 jours de vie, l'objectif de croissance est de 5 à 10 % de poids de naissance par jour (Greco et Watters, 1990), ou au moins 7 à 10 grammes par jour (Kirk et al., 2000). Ces deux modes de calcul aboutissent à des valeurs équivalentes.

Ainsi, à l'âge de 20 jours, le chaton dont le poids de naissance varie entre 85 et 120 grammes devrait peser au moins 225 à 320 g selon Kirk et al., ou entre 170 et 360 g selon Greco et Watters.

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen hebdomadaire :

Il existe également un autre indice reflétant la croissance à plus grande échelle : le gain moyen hebdomadaire (en grammes par semaine). Il est calculé comme suit :

$$GMH = P_{t+1semaine} - P_t$$

La littérature fournit des objectifs sensiblement différents selon les auteurs. Le chaton doit prendre 100 g par semaine (Greco et Watters, 1990 ; Kirk et al., 2000), ou entre 50 et 100 g par semaine (Peterson, 2011).

Ainsi, le chaton de deux semaines devrait peser entre 285 et 320 g (Greco et Watters, 1990 ; Kirk et al., 2000).

- Calcul du poids idéal grâce aux facteurs de multiplication du poids :

Le poids du chaton devrait être multiplié par deux au bout de 2 semaines (Greco et Watters, 1990), ou à l'âge de 10-14 jours (Root Kustritz, 2011).

- Courbe de croissance :

La littérature fournit des objectifs de croissance. Gast a réalisé une courbe de croissance grâce au suivi de 370 chatons en bonne santé (Figure 2), nous permettant de visualiser l'allure de celle-ci entre 10 et 20 jours de vie. Néanmoins, la croissance du chaton entre 10 et 20 jours de vie varie en fonction du sexe, de la taille de la portée, du poids de naissance (Gast, 2011).

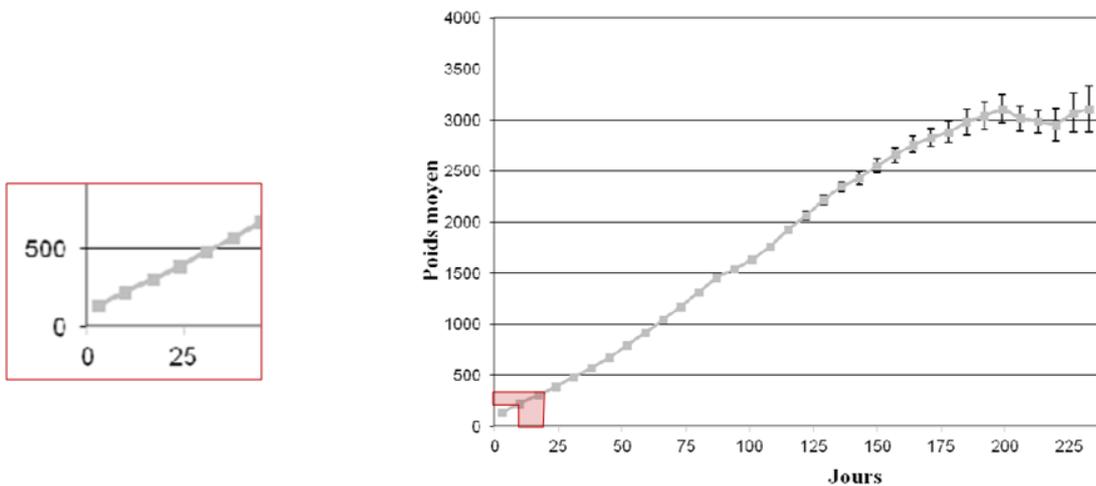


Figure 2 : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 10 et 20 jours de vie (Gast, 2011).

B. Système cardio-vasculaire

1. Anatomie cardio-vasculaire

Le ratio des masses des ventricules droit et gauche d'un chat adulte est atteint à l'âge de 2 semaines : il est alors de 1/3, le ventricule gauche étant trois fois plus lourd que le droit. La croissance des deux ventricules est ensuite symétrique (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Le foramen ovale est fermé de façon fonctionnelle, il est susceptible de se rouvrir sous l'effet d'une modification du taux d'oxygène dans le sang ou de l'équilibre acido-basique, lors d'une infection respiratoire par exemple (Voldoire, 2002). La date de sa fermeture définitive n'est pas citée dans la littérature.

2. Fonction cardiaque

a. Auscultation

i. Fréquence et rythme cardiaques

L'auscultation du cœur est difficile du fait de la taille du thorax et de la fréquence cardiaque élevée. Elle doit se réaliser à gauche, au niveau de l'apex cardiaque, entre le cinquième et le sixième espace intercostal, dans le tiers ventral du thorax. L'usage d'un stéthoscope pédiatrique est conseillé (Root Kustritz, 2011).

La fréquence cardiaque normale d'un chaton de 10 à 20 jours est d'environ 240 ± 20 battements par minute (bpm) (Lourenço et Ferreira, 2003).

Le rythme cardiaque est un rythme cardiaque sinusal régulier chez le chaton de 10 à 20 jours (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

ii. Souffles physiologiques

Des souffles cardiaques de grades 1/6 à 3/6 entendus chez les chatons nouveau-nés sont le plus souvent causés par le flux sanguin aortique ou pulmonaire rapide ou des délais variables de fermeture des shunts intracardiaques ou entre le cœur et les grands vaisseaux (Root Kustritz, 2011). Les souffles de grades 4/6 à 6/6 sont généralement dus à des malformations cardiaques congénitales. Les plus fréquentes chez le chat sont la dysplasie de la valve tricuspide et l'aplasie du septum ventriculaire (Root Kustritz, 2011).

b. Electrocardiogramme

L'électrocardiographie (ECG) est rarement réalisée sur des chatons de 10 à 20 jours mais permettrait de détecter des arythmies ou des défauts de conduction. L'onde P présente une amplitude et durée semblables à celles de l'adulte. La durée et l'amplitude du complexe QRS et des intervalles PR et QT le sont également. On observe durant cette période une augmentation progressive de la durée de l'onde R (Lourenço et Ferreira, 2003).

c. Pression artérielle

La pression artérielle du chaton de 10 à 20 jours est comprise entre 40 et 50 mmHg. Ces faibles valeurs sont dues aux parois musculaires artérielles immatures et à une faible résistance artérielle périphérique. Chez le chaton nouveau-né, l'analyse des variations de la pression sanguine ne permet pas de diagnostiquer un choc hypovolémique (Giry, 2002).

d. Adaptabilité cardiaque

Le chaton de 10 à 20 jours présente un débit cardiaque, un volume plasmatique, une pression veineuse centrale et une post-charge plus élevés que chez l'adulte. Au contraire, la pression artérielle moyenne, le volume d'éjection systolique, la résistance vasculaire périphérique et la précharge sont plus faibles (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). La masse myocardique contractile et la compliance ventriculaire (capacité des ventricules à se dilater) sont également plus faibles. Ainsi, la réserve cardiaque est faible et le volume d'éjection systolique ne varie pas (Giry, 2002). Le débit cardiaque du chaton ($DC = VES \times FC$ avec DC : Débit cardiaque (L/min) ; VES : Volume d'éjection systolique (L) ; FC : Fréquence cardiaque (bpm)) ne dépend donc que de la fréquence cardiaque (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Ainsi, le cœur du chaton a une très faible capacité d'adaptation en fonction des événements (repos/exercice). De plus, le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque est mauvais chez le chaton nouveau-né. Son myocarde est moins dense en fibres sympathiques. Jusque là, le cœur du chaton est incapable notamment de répondre à une hypovolémie par une tachycardie. Ainsi, le chaton est sensible aux pertes sanguines, même peu importantes (5-10 mL/kg). Ceci est à prendre en compte lors de prélèvements sanguins notamment (ils ne doivent pas excéder 0,5 mL pour 100g de poids) (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

C. Système respiratoire

1. Anatomie et physiologie de l'appareil respiratoire

Entre 10 et 20 jours après la naissance, l'arbre respiratoire achève son expansion et le système respiratoire atteint une efficacité proche de l'adulte (Giry, 2002). Les voies respiratoires, plus souples que chez l'adulte, commencent progressivement à se rigidifier. Bien que la résistance à l'écoulement de l'air et les risques d'obstruction diminuent, l'effort

respiratoire reste plus intense qu'à l'âge adulte. La cage thoracique du chaton subit le même sort elle s'ossifie peu à peu et le mouvement respiratoire devient plus aisé (Giry, 2002).

Durant la période néonatale, l'appareil respiratoire du chaton est très sensible à la température de l'air, à sa teneur en oxygène, à ses composants toxiques ou irritants ainsi qu'aux agents infectieux qu'il contient (Grundy, 2006).

D'autre part, le chaton de moins de 15 jours a des besoins en oxygène deux à trois fois plus élevés que l'adulte (Voldoire, 2002). C'est pourquoi il a une fréquence respiratoire plus élevée que le chat adulte : entre 18 et 36 mouvements par minutes la deuxième semaine. Ce besoin important en oxygène peut être expliqué par plusieurs particularités : la taille importante de la langue par rapport à la cavité buccale (qui restreint le passage de l'air) (Voldoire, 2002) et le volume courant, inférieur à celui de l'adulte (Moon et al., 2001). Ces besoins diminuent ensuite graduellement. La fréquence respiratoire est de 16 à 36 mpm la troisième semaine (Little, 2011). Le chaton présente une amplitude respiratoire et une réserve pulmonaire plus faible que l'adulte (Root Kustritz, 2011 ; Moon et al., 2001).

Le chaton nouveau-né se voit donc forcé de fournir un effort respiratoire supérieur à celui de l'adulte, alors que sa résistance à la fatigue musculaire est réduite (Moon et al., 2001). Tout ceci doit être pris en compte lors de l'examen clinique de la fonction respiratoire.

2. Réponse physiologique face à l'hypoxie

Le chaton entre 10 et 20 jours présente une réponse à l'hypoxie semblable à celle de l'adulte (Moon et al., 2001) avec une augmentation des fréquences respiratoire et cardiaque et du volume inspiratoire.

Le signe caractéristique d'affection respiratoire chez le chaton nouveau-né est la dyspnée ou détresse respiratoire. La détresse respiratoire se manifeste par une fréquence, des efforts et/ou des bruits respiratoires augmentés, une intolérance à l'effort ou un collapsus pulmonaire aigu (Root Kustritz, 2011). L'halètement est un signe de température augmentée normal chez le chien alors que chez le chaton, il est dans la majorité des cas associé à une détresse respiratoire significative. La respiration bouche ouverte est, elle, considérée comme pathologique chez le chiot et le chaton (Root Kustritz, 2011).

D. Appareil digestif

1. Les dents

La cavité buccale du chaton de 10 à 20 jours ne possède encore aucune dent. Les premières dents déciduales qui apparaissent sont les incisives 1 (101/201/301/401), entre 2 et 3 semaines d'âge. Parallèlement arrivent les incisives 2 déciduales (102/202/302/402), entre 2 et 4 semaines d'âge (Hoskins, 1990).

2. Le tube digestif

A la fin de la première semaine, la vitesse de développement du tractus ralentit (Zabielski et al., 1999).

L'ingestion de lait augmente parallèlement à la taille de l'estomac : 1.7 mL pour 10 g de poids corporel par jour. Elle diminue cependant proportionnellement au poids corporel à partir de la deuxième semaine de vie (Peterson et Kutzler, 2011). L'épithélium de l'estomac et de l'intestin grêle se développe grâce à la tétée. La quantité de suc gastrique et d'enzymes digestives sécrétés par l'estomac tend à diminuer avec l'âge (proportionnellement au poids corporel). L'activité de la pepsine est stable durant les 2 ou 3 premières semaines de vie (Zabielski et al., 1999).

3. Le pancréas

Une grande partie des enzymes pancréatiques est active. La quantité de suc pancréatique sécrété augmente avec l'âge (Zabielski et al., 1999).

4. La flore bactérienne du tube digestif

A 10 jours, la nature des bactéries de la flore digestive du chaton évolue encore. Les coliformes et entérocoques sont présents, tandis que germes anaérobies, lactobacilles et clostridies se multiplient (Smith, 1965). Toute perturbation de l'équilibre de la flore digestive augmente les risques de maladie pour le chaton (Gauclère, 1993).

5. La digestion

a. Digestion des protéines

Entre J10 et J20, le chaton se nourrit exclusivement de lait. La digestion des protéines contenues dans le lait débute sous l'action de la chymosine. Cette enzyme du suc gastrique coagule le lait et hydrolyse partiellement la caséine. La pepsine continue ensuite la digestion protéique. L'activité de cette enzyme est soumise au pH du suc gastrique. Or, chez le chaton, ce dernier est plus élevé que chez l'adulte en raison d'une faible production d'acide chlorhydrique par l'estomac. La pepsine est donc encore peu active chez le chaton nouveau-né (Zabielski et al., 1999).

b. Digestion des glucides

Tout le long de l'alimentation lactée, celle-ci est concentrée sur la digestion du lactose, qui fait partie des principales sources d'énergie du lait. Les autres oses de petite taille tels que saccharose, maltose, isomaltose peuvent également être digérés. En revanche, les oses à longue chaîne ne le sont pas ou presque pas. En effet, l'alpha-amylase est quasiment inactive à ce moment-là. Son activité augmente entre J10 et J20 (Harper et Turner, 2000).

c. Digestion des lipides

La digestion des lipides du lait est possible grâce à la lipase. Cette enzyme est présente dans le suc gastrique et le lait ingéré (Reece, 1997). La lipase pancréatique augmente en parallèle des lipides dans le lait de la mère (Peterson et Kutzler, 2011). L'efficacité de la digestion des lipides augmente entre J10 et J20 (Harper et Turner, 2000).

6. Les paramètres biochimiques de la fonction hépatique

Les concentrations sanguines en alanine-aminotransférase (ALAT), aspartate-aminotransférase (ASAT), phosphatase alcalines et bilirubine totale sont présentées dans le Tableau 35.

Tableau 35 : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton entre 0 et 2 semaines et entre 2 et 4 semaines de vie (Bonagura et al., 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	0 à 2 semaines	2 à 4 semaines	Adulte
Bilirubine totale (mg/L)	3 [1-10]	2 [1-2]	0-2,4
PAL (UI/L)	123 [68-269]	111 [90-135]	13-116
ASAT (UI/L)	8-48	12-24	10-35
ALAT (UI/L)	21 [10-38]	14 [10-18]	20-85

E. Appareil urinaire

1. Fonction émonctoire du rein

a. Filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire

La néphrogenèse se poursuit entre 10 et 20 jours de vie. La maturation des reins se fait de façon centrifuge, les néphrons de la jonction cortico-médullaire devenant matures avant les néphrons sous-capsulaires.

Le débit de filtration glomérulaire du nouveau-né équivaut à 25 % de celui de l'adulte. Il augmente progressivement entre 10 et 20 jours d'âge. Ceci est dû à une pression artérielle faible et un épithélium glomérulaire peu perméable (Fettman et Allen, 1991).

De même, la réabsorption tubulaire du chaton de 10 à 20 jours est immature. La capacité de concentration des urines est donc peu développée : ces dernières sont 1,5 fois plus concentrées que le sang chez le chaton de moins de 20 jours contre 4 à 5 fois chez le chat adulte ; sa densité urinaire est inférieure à 1.020 (Little, 2011). Conséquence d'une moindre réabsorption des molécules organiques par les tubules, les concentrations urinaires en protéines, glucose et acides aminés dans les urines du nouveau-né sont plus élevées que chez l'adulte. On rencontre ainsi fréquemment une glycosurie physiologique chez le chaton jusqu'à 2 semaines d'âge. Entre 10 et 20 jours, le ratio protéines sur créatinine urinaire (RPCU) du chaton est semblable à celui de l'adulte. De même, la clairance rénale de la créatinine du

chaton de 10 à 20 jours est d'environ 1,39 à 3,59 mL/min/kg, contre 3,80 à 4,74 mL/min/kg chez le chaton de 9 à 19 semaines (Dial, 1992).

La concentration urinaire est plus faible que chez l'adulte mais plus élevée qu'à la naissance. En effet, la fonction tubulaire des néphrons est immature (Lage, 1980, cité par Gaucière, 1993).

Le chaton de 10 à 20 jours est prédisposé à l'acidose métabolique. D'un côté, le métabolisme du chaton a un rythme deux fois plus élevé que celui de l'adulte, donc produit deux fois plus d'acides. De l'autre, la capacité d'excrétion urinaire des protons est faible (Lage, 1980, cité par Gaucière, 1993).

b. Conséquences sur l'utilisation de médicaments en pratique

L'immaturation rénale est à prendre en compte lors de l'administration de médicaments excrétés ou métabolisés par les reins. En effet, leur clairance rénale est diminuée, ce qui peut induire des effets secondaires indésirables comme une néphrotoxicité ou une augmentation de leur durée d'action. C'est le cas notamment de la kétamine et de certains antibiotiques (céphalosporines, pénicillines, tétracyclines, triméthoprimes-sulfates) (Dial, 1992). L'antibiotique de choix cité par les auteurs est généralement le ceftiofur (2,5 mg/kg par voie sous-cutanée toutes les 12 heures pendant un maximum de 5 jours). L'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens chez le chaton de 10 à 20 jours est déconseillée du fait de leur toxicité rénale accrue chez ce sujet (Grundy, 2006).

c. Paramètres biochimiques de la fonction rénale

i. La créatininémie

La créatininémie est plus faible qu'à l'âge adulte : 0,4 à 0,6 mg/dL de sang chez un chaton de 2 semaines en bonne santé. Ceci peut en partie être expliqué par une masse musculaire proportionnellement plus faible (Tableau 36).

Tableau 36 : Créatininémie du chaton à 14 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	J14	Adulte
Créatinine (mg/dL)	0,4-0,6	6,8-19

ii. L'urémie

L'urémie chez le chaton dépend de la durée du jeûne (temps écoulé entre le dernier repas et le prélèvement sanguin). En moyenne, sa valeur est comprise entre 1,1 et 3,0 mg/dL chez le chaton de 2 semaines en bonne santé (Tableau 37).

Tableau 37 : Urémie du chaton à 14 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	J14	Adulte
Urée (mg/dL)	1,1-3,0	8,7-31

2. Régulation hydrique et conséquences en pratique

Les besoins hydriques du chaton de 10 à 20 jours sont estimés à 120 à 180 mL par kg de poids corporel, donc plus importants que l'adulte (50 à 100 mL/kg). Ceci est dû à une plus forte teneur en eau dans son organisme (80 % contre 60 % pour le chat adulte), un rapport surface sur poids corporel plus important (donc des pertes par déshydratation supérieures), un métabolisme plus rapide et une masse grasseuse plus faible.

Le chaton de 10 à 20 jours est sensible à toute modification du volume liquidien extracellulaire (suite à une diarrhée, des vomissements ou un jeûne). Il est sujet à une déshydratation rapide (Fettman et Allen, 1991) mais celle-ci est difficile à évaluer. Le test du pli de peau n'est pas significatif entre 10 et 20 jours, puisque sa peau contient moins de graisse et plus d'eau que celle du chat adulte. Cependant, l'humidité des muqueuses est facilement évaluable et est un reflet de l'état d'hydratation (Moon et al., 2001).

Si le chaton de 10 à 20 jours tolère mal la déshydratation, il est tout aussi sensible à une fluidothérapie excessive ou mal adaptée d'un point de vue électrolytique. Cette dernière peut être à l'origine d'une surcharge cardiovasculaire, d'un œdème pulmonaire ou bien d'hémorragies intracrâniennes.

3. Miction

A cette période, le chaton n'urine pas seul, la miction est provoquée par stimulation du réflexe périnéal lors de léchage par la mère (Fettman et Allen, 1991). Le chaton de 10 à 20 jours produit entre 5 et 60 mL d'urine par kilogramme de poids corporel, contre 10 à 20

mL/kg chez le chat adulte. Elle doit être claire et incolore. Une urine foncée est un signe de déshydratation (Moon et al., 2001).

F. Comportement

1. Comportement alimentaire

Entre J10 et J20, le chaton se nourrit du lait maternel. Le chaton s'approche plus rapidement des mamelles grâce à sa vision qui se développe (Kovach et Kling, 1967).

Pendant les 20 premiers jours, c'est encore la chatte qui déclenche la tétée au retour dans le nid, en léchant les chatons et en se plaçant en posture d'allaitement (Turner et Bateson, 2014).

Le chaton à cette période tète toutes les 4 à 6 heures, chaque tétée pouvant durer jusqu'à 45 minutes (Beaver, 1992). Une grande partie de ce temps n'implique pas l'ingestion de lait, ce sont des phases de tétées « non nutritives », qui peuvent représenter 90 % d'une séance d'allaitement (Beaver, 1992).

2. Sommeil

A ce stade, le sommeil profond ne présente pas toutes les caractéristiques qu'il présente chez l'adulte (activité cérébrale lente, respiration régulière, mouvements des yeux lents et tonus musculaire modéré). A 2 semaines d'âge, seulement environ 30 % du temps de sommeil profond présente une respiration régulière. Seulement 20 % du temps de sommeil profond montre un tonus musculaire moyen (Hoppenbrouwers et Sterman, 1975). On observe ainsi souvent un sommeil agité, avec des contractions rapides des muscles de la face, des oreilles et des mouvements des paupières, des membres et du corps. De plus, le sommeil de groupe est marqué à cette période (Gauclère, 1993). Le chaton dort alors plus de 20 heures par jour selon Gauclère (1993), et au moins 50 % du temps selon Beaver (1992).

3. Comportement de jeu et prédation

Le jeu a plusieurs intérêts. Il permet un entraînement physique musculaire mais aussi l'amélioration de la coordination et de l'équilibre. De plus, le jeu assure l'exploration de l'environnement et des contacts sociaux entre congénères. On distingue différents types de jeux : jeux sociaux (impliquant un autre chat), jeux avec des objets, jeux de prédation.

Le comportement de jeu est encore inexistant (Beaver, 1992).

4. Communication verbale

On distingue différents types de vocalises, émises dans des situations différentes : le ronronnement, le murmure, les miaulements, le hurlement, le grognement, le feulement, le sifflement, le crachement, le cri de douleur et le claquement de dents. Chaque vocalisation est émise dans un contexte particulier.

Le grognement est présent à la naissance mais disparaît avec l'âge, sauf très occasionnellement chez les adultes (Beaver, 1992). Le ronronnement, émis à partir de 2 jours après la naissance lors de l'allaitement, est également utilisé comme signe de bienvenue sous forme d'une seule inspiration à partir de 3 semaines d'âge (Beaver, 1992).

G. Système neurologique

L'ensemble des méthodes d'évaluation des fonctions neurologiques du chaton sont décrites en annexe (ANNEXE 2).

1. Le développement sensoriel

a. Vision

Les yeux du chaton s'ouvrent entre J2 et J16, avec une moyenne de 8 jours (Martin et Bateson, 1985). Lorsque les yeux s'ouvrent, la vision est encore immature. Les liquides optiques ne sont pas encore complètement transparents, et le cortex visuel est immature (Bradshaw et al., 2012). Vers 15 jours, le fond de l'œil commence à être visible. L'éclaircissement débute alors en périphérie (Villablanca et Olmstead, 1979).

Les premières réponses à la lumière se traduisent par une réaction lente de détournement de la tête ou des yeux, 2 jours après l'ouverture (Beaver, 1980). Entre J10 et J19, ou plus précisément entre 1 et 4 jours après l'ouverture, la perception de la profondeur commence à se développer (Beaver, 1980). A partir de J15, les chatons deviennent capables de s'orienter vers un stimulus visuel. La vision et le mouvement se coordonnent (Bradshaw et al., 2012).

Les réflexes liés à la vision sont décrits dans la partie « Réflexes liés à la vision ».

b. Audition

Le canal auditif poursuit son ouverture centripète. Celle-ci s'achève entre 8 et 16 jours après la naissance. Les pavillons auditifs se développent également. Leurs mouvements sont considérés identiques à ceux d'un chat adulte entre 15 et 19 jours en moyenne (Olmstead et Villablanca, 1980). Le chaton commence à adapter sa réponse en fonction de la nature du son qu'il entend. Il est par exemple attiré par les miaulements de sa mère et de sa fratrie et repoussé par celui d'un mâle. La discrimination des sons n'est toutefois pas encore tout à fait nette (Olmstead et Villablanca, 1980). Entre J11 et J16, le chaton devient peu à peu capable de localiser la source d'un son (Bradshaw et al., 2012).

c. Olfaction

L'olfaction est présente et s'affine progressivement (Beaver, 1980).

d. Goût et toucher

Le goût et le toucher sont présents (Bradshaw et al., 2012).

e. Thermorégulation

Le chaton est encore incapable de réguler sa température corporelle. Il reste encore blotti dans le nid en compagnie de ses frères et sœurs. Jusqu'à J14, s'il est sorti du nid, sa température corporelle diminue de façon linéaire de 0,2 à 0,3 °C toutes les 15 minutes, quelle que soit sa température de départ (Olmstead et al., 1979). A partir de J14, il arrive à maintenir sa température lorsqu'il est sorti du nid. Toutefois, la température seuil reste assez basse (entre 37 et 38,2 °C) (Olmstead et al., 1979).

A partir de J15, la pilo-érection est observable lorsque le chaton est exposé au froid. Toutefois, le frisson thermique n'est pas encore tout à fait développé, il correspond à de faibles trémulations jusqu'à J10 ou J15 (Olmstead et al., 1979).

Les réactions d'évitement face à une exposition au froid (comme la fuite) commencent à apparaître vraiment à partir de J15. Elles restent encore rares. Les plus fréquentes sont de se blottir en présence de froid, ainsi que de fuir en présence de température trop élevée (Olmstead et al., 1979).

2. Réactions posturales

Ce sont des actions volontaires déclenchées qui nécessitent une coordination entre le système sensoriel, la moelle spinale et les motoneurones centraux et périphériques. Leur évaluation permet d'apprécier la symétrie de développement des fonctions neurologiques chez le chaton. Leur présence ou non chez le chaton de 20 jours est reportée dans le Tableau 38.

Tableau 38 : Bilan des réactions posturales chez le chaton de 20 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). *M* = réaction mature ; *I* = réaction immature ou en cours de maturation ; *A* = réaction absente.

Placer proprioceptif	M
Placer tactile	I
Sautillement	I
Placer du menton	A
Placer visuel	A
Hémilocomotion	A
Réaction de soutien du corps	M

3. Réflexes moteurs

Il s'agit de réactions involontaires déclenchées artificiellement. Un réflexe diminué (hyporéflexie) ou absent (aréflexie) indique une anomalie des fibres sensibles segmentaires et/ou des motoneurones périphériques. Un réflexe augmenté (hyperréflexie) peut montrer une anomalie au niveau des motoneurones centraux. L'évaluation des réflexes sur un chaton est compliquée, de part une hétérogénéité dans leur développement et une difficulté de mise en évidence (Hoskins, 1990). Leur présence ou non chez le chaton de 20 jours est présentée dans le Tableau 39.

Tableau 39 : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton de 20 jours d'âge (Hoskins, 1990). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe patellaire	P
Réflexe de l'extenseur radial du carpe	P
Réflexe de flexion	P
Réflexe d'extension croisée	P/A
Réflexes toniques du cou	P

4. Réflexes liés à une stimulation tactile

Les réflexes tactiles sont à l'origine des premières interactions du chaton avec sa mère. Ils sont en grande partie absents à 20 jours de vie (Tableau 40).

Tableau 40 : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton de 20 jours d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe de tétée	P
Réflexe de fouissement	A
Réflexe d'immobilisation	A
Réflexe périnéal	A
Réflexe auriculo-naso-céphalique	A
Réflexe de Galant	A

5. Réflexes liés à la vision

Le réflexe palpébral, le réflexe de clignement à la menace, le réflexe pupillaire et le réflexe cornéen sont présents et matures (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980).

Globalement, les réflexes de protection visuelle (dont le réflexe de clignement à la lumière) apparaissent avant l'ouverture des yeux. Le réflexe pupillaire est très lent les

premiers jours (Beaver, 1980). Un bilan des réflexes liés à la vision est présenté dans le Tableau 41.

Tableau 41 : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 20 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe palpébral	P
Réflexe pupillaire	P
Réflexe de clignement à la lumière	P/A
Réflexe de clignement à la menace	P
Réflexe cornéen	P

6. Locomotion

A 20 jours, le chaton est capable de s'asseoir. Il se déplace avec une démarche chancelante. Chez des chatons manipulés fréquemment, on observe une marche correcte vers 15 jours (Beaver, 1992).

H. Sang

1. Volume sanguin

Le volume sanguin total du chaton est de 5 à 10 mL/100 g de poids corporel, équivalent à celui du chat adulte (Von Dehn, 2014).

2. Système hématopoïétique

a. La lignée rouge

L'hématie du chaton de 10 à 20 jours d'âge est sensiblement différente de celle du chat adulte. Tout d'abord, elle présente une macrocytose. En effet, son volume globulaire moyen (VGM) est plus élevé que celui de l'adulte (Tableau 42). Il diminue progressivement durant cette période. De plus, elles sont produites en plus faible quantité et présentent une durée de vie plus courte que les hématies du chat adulte (66 à 79 jours chez le chaton contre 85 à 90 jours chez le chat adulte (Gauclère, 1993)). Ceci peut être à l'origine d'un dénombrement

important de réticulocytes, de corps d'Howell-Jolly et de corps de Heinz lors de la réalisation d'une cytologie sanguine (Von Dehn, 2014).

L'hématocrite du chaton diminue lentement et atteint les valeurs les plus basses entre 2 et 4 semaines (Tableau 42). Cette anémie physiologique est due à une diminution de la production de globules rouges, une augmentation du volume sanguin (à l'origine d'une hémodilution), la carence physiologique en fer due à la consommation de lait et la destruction des globules rouges fœtaux (Chandler, 2014).

Les paramètres sanguins relatifs aux hématies chez le chaton entre 10 et 20 jours d'âge (hématocrite, hémoglobinémie, VGM, CCMH, TCMH et nombre d'hématies) sont reportés dans le Tableau 42.

L'hémoglobine est de structure identique à celle de l'adulte et possède une affinité semblable au dioxygène (Wellman, 2010).

Tableau 42 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 0 à 2 semaines et de 2 à 4 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010). *VGM* : volume globulaire moyen ; *CCMH* : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; *TCMH* : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.

	0 à 2 semaines (moyenne ± écart-type)	2 à 4 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Hématocrite (%)	35,3 ± 1,7	26,5 ± 0,8	24-45
Hématies (10 ¹² /L)	5,29 ± 0,24	4,67 ± 0,10	5,0-10,0
Hémoglobine (g/dL)	12,1 ± 0,6	8,7 ± 0,2	8,0-15,0
VGM (fL)	67,4 ± 1,9	53,9 ± 1,2	39-50
CCMH (%)	34,5 ± 0,8	33,0 ± 0,5	32-36
TCMH (pg)	23,0 ± 0,6	18,8 ± 0,8	13-17

b. La lignée blanche

Les concentrations sanguines en leucocytes, granulocytes neutrophiles et lymphocytes chez le chaton de 10 à 20 jours de vie sont dans les intervalles de référence de l'adulte. L'augmentation significative du nombre de leucocytes observée jusqu'à 2 semaines peut être

attribuée à l'augmentation de la stimulation antigénique à cette période. Le taux de granulocytes éosinophiles est légèrement supérieur aux normes adultes (Tableau 43).

Tableau 43 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 0 à 2 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).

	0 à 2 semaines (moyenne ± écart-type)	2 à 4 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Leucocytes ($10^9/L$)	9,67 ± 0,57	15,31 ± 1,21	5,5-15,4
Neutrophiles non segmentés ($10^9/L$)	0,06 ± 0,02	0,11 ± 0,04	18,6-40
Neutrophiles segmentés ($10^9/L$)	5,96 ± 0,68	6,92 ± 0,77	2,0-22,3
Lymphocytes ($10^9/L$)	3,73 ± 0,52	6,56 ± 0,59	1,5-7,0
Monocytes ($10^9/L$)	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0,0-0,85
Eosinophiles ($10^9/L$)	0,96 ± 0,43	1,41 ± 0,16	0,0 -0,75
Basophiles ($10^9/L$)	0,02 ± 0,01	0	0,0-0,2

c. Les protéines plasmatiques

i. Albumine

Chez le chaton de 10 à 20 jours d'âge, la concentration en albumine plasmatique est en moyenne plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 44).

Tableau 44 : Concentration sanguine en albumine chez le chaton de 0 à 2 semaines et de 2 à 4 semaines (Hoskins, 1990), à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	0 à 2 semaines (intervalle de référence)	J14 (intervalle de référence)	2 à 4 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Albumine (g/L)	20-24	21-26	22-24	24-35

ii. Protéines totales

La concentration en protéines totales est plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 45). Le foie, encore immature, est incapable de compenser l'expansion rapide du volume plasmatique post-natale en produisant suffisamment de protéines. C'est la fin de la dégradation des protéines d'origine colostrale (Hoskins, 1990).

Tableau 45 : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	J14 (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Protéines totales (g/L)	37-52	53-85

3. Les minéraux : calcium et phosphore

Ces deux minéraux sont présents en grande quantité dans le sang du chaton de 10 à 20 jours (Tableau 46).

Tableau 46 : Concentrations sanguines en calcium et phosphore chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).

	J14 (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Calcium (mmol/L)	2,5-3,3	2,1-2,9
Phosphore (mmol/L)	2,3-3,6	1,2 -3,0

4. Glucose

Le glucose sanguin est régulé par trois mécanismes majeurs : l'absorption intestinale, la production hépatique et, à un plus faible degré, la production rénale. Chez le chaton de 10 à 20 jours, la glycémie est semblable à celle de l'adulte (Tableau 47).

Tableau 47 : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	J14 (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Glucose (mmol/L)	5,9-8,8	2,6-8,4

5. Cholestérol et triglycérides

La cholestérolémie et la triglycéridémie sont régies par la production hépatique de cholestérol et par l'absorption intestinale de lipides. Le chaton de 10 à 20 jours d'âge présente

une fonction hépatique immature. Cependant, il se nourrit exclusivement de lait, substance très riche en lipides (Gorman, 2011). A cette période, la cholestérolémie est supérieure aux normes de l'adulte chez le chat (Tableau 48).

Tableau 48 : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	J14 (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Cholestérol (mmol/L)	3,5-5,7	2,0-3,4
Triglycérides (mmol/L)	0.43-5,4	0,57-1,14

6. La créatinine kinase

La CK (Créatinine Kinase) est une enzyme qui signe une détérioration cellulaire du myocarde ou d'une rhabdomyolyse. Sa valeur à la naissance est très élevée par rapport aux valeurs de l'adulte, du fait du traumatisme subi au moment de la mise-bas par le chaton (Tableau 49).

Tableau 49 : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 14 jours de vie (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	J14 (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
CK (UI/L)	99-394	0-820

7. Paramètres hépatiques

Voir Système digestif.

8. Paramètres rénaux

Voir Système urinaire.

I. Système immunitaire

1. Organes hématopoïétiques

La plupart des cellules du système immunitaire sont d'origine hématopoïétique. Entre 10 et 20 jours de vie, l'hématopoïèse régresse progressivement dans la rate et le foie. Elle est remplacée dans la rate par la fonction érythroclastique de destruction des hématies vieillissantes. Toutefois, le potentiel hématopoïétique de ces organes pourra se réactiver en cas de besoin. L'hématopoïèse se poursuit tout au long de la vie dans la moelle osseuse après la naissance. Le thymus est le siège de la différenciation et maturation des lymphocytes T. Il est en phase de croissance entre 10 et 20 jours de vie (Chabanne, 2006).

2. Réponse immunitaire

Entre 10 et 20 jours de vie, le système immunitaire du chaton est encore immature. Il construit progressivement son répertoire de cellules mémoires, en fonction des contacts avec son environnement et ses congénères.

Sa réponse immunitaire est majoritairement de type primaire, d'intensité plus modérée et plus lente à se mettre en place qu'une réponse secondaire. Il est également déficitaire en éléments de l'immunité spécifique (leucocytes, enzymes, facteurs du complément). Concernant cette dernière, les lymphocytes B, assurant l'immunité à médiation humorale, se développent dans la moelle osseuse. Ils sont ensuite distribués dans les tissus lymphoïdes secondaires, et notamment les nœuds lymphatiques et la rate. La prolifération de lymphocytes T, assurant l'immunité à médiation cellulaire, augmente entre J10 et J20 (Person, 2003).

3. Anticorps d'origine maternelle

La protection du chaton de J10 à J20 est assurée par des anticorps d'origine maternelle. Lorsque la prise de colostrum a été correcte, le nouveau-né possède un taux d'IgG sérique équivalent à celui de sa mère.

L'immunité passive locale apparaît progressivement au cours du développement du chaton. Elle est constituée par les IgA et les IgG contenues dans le lait, dont les concentrations diminuent de façon exponentielle à cet-âge là. Les IgG ingérées sont dégradées par le suc gastrique et les enzymes intestinales. D'autre part, les entérocytes n'expriment plus le récepteur Fc γ Rn, capable de transporter de manière sélective la portion Fc de l'IgG de la

lumière intestinale à la circulation sans dégradation. Les IgA sont quant à elles plus résistantes aux protéases.

Le taux d'IgG maternelles diminue de moitié tous les 8 à 10 jours (Chabanne, 2006). D'après le calcul de demi-vies, le chaton est encore protégé contre les principales maladies infectieuses, sous réserve de la qualité du transfert et du niveau de protection (Tableau 50).

Tableau 50 : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993). *NB : la durée de protection n'est qu'indicative, elle dépend du statut vaccinal de la mère.*

Agent pathogène	Demi-vie des IgG (jours)	Durée de protection (semaines)
Feline Parvovirus FPV	9,5	8-14
FeLV	15	6-8
Herpès-virus FHV	18,5	6-8
Calicivirus FCV	15	9-14
Coronavirus FCoV	7	4-6
Lyssavirus de la rage	?	13
<i>Chlamydomphila felis</i>	?	8-12

Ainsi, dans l'hypothèse où la prise colostrale a été correcte et où le calendrier vaccinal de la mère a été respecté, le chaton de 10 à 20 jours se trouve encore protégé contre les principales maladies : panleucopénie, leucose, herpèsvirose, calicivirose, coronavirose, rage et chlamydiose (Gauclère, 1993).

4. Conséquences sur la vaccination et calendrier vaccinal

A cet âge, les anticorps d'origine maternelle exercent une interférence vaccinale. Ainsi, la vaccination du chaton de 10 à 20 jours n'entraînera qu'une réponse vaccinale minimale (Bergues et Bertagnoli, 2003). Par ailleurs, les animaux n'ayant pas reçu de colostrum peuvent être vaccinés à partir de la deuxième semaine d'âge avec des vaccins à agents

inactivés (période à partir de laquelle la capacité de répondre correctement à une stimulation antigénique est acquise), puis toutes les deux à trois semaines jusqu'à l'âge de trois mois.

IV. Le chaton de 20 à 30 jours

A. Croissance

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen quotidien :

La croissance d'un individu est reflétée par son gain moyen quotidien, exprimé en grammes par jour. Il est calculé comme suit :

$$GMQ_{Ja-Jb} = (P_{Jb} - P_{Ja}) / (a - b)$$

Cet indice peut être exprimé en pourcentage du poids au jour a (J_a). Entre 10 et 20 jours de vie, l'objectif de croissance est de 5 à 10 % de poids de naissance par jour (Greco et Watters, 1990), ou au moins 7 à 10 grammes par jour (Kirk et al., 2000). Ces deux modes de calcul aboutissent à des valeurs équivalentes.

Ainsi, à l'âge de 30 jours, le chaton dont le poids de naissance varie entre 85 et 120 grammes devrait peser au moins 295 à 420 g selon Kirk et al., ou entre 213 et 480 g selon Greco et Watters.

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen hebdomadaire :

Il existe également un autre indice reflétant la croissance à plus grande échelle : le gain moyen hebdomadaire (en grammes par semaine). Il est calculé comme suit :

$$GMH = P_{t+1\text{semaine}} - P_t$$

La littérature fournit des objectifs sensiblement différents selon les auteurs. Le chaton doit prendre 100 g par semaine (Greco et Watters, 1990 ; Kirk et al., 2000), ou entre 50 et 100 g par semaine (Peterson, 2011).

Ainsi, le chaton de trois semaines devrait peser entre 385 et 420 g, celui de quatre semaines entre 485 et 520 g (Greco et Watters, 1990 ; Kirk et al., 2000).

- Courbe de croissance :

La littérature fournit des objectifs de croissance. Gast a réalisé une courbe de croissance grâce au suivi de 370 chatons en bonne santé (Figure 3), nous permettant de visualiser l'allure de celle-ci entre 20 et 30 jours de vie. Néanmoins, la croissance du chaton à cette période varie en fonction du sexe, de la taille de la portée et du poids de naissance (Gast, 2011). Selon Dubos, le chaton mâle de 4 semaines pèse en moyenne 500 g, tandis que le chaton femelle pèse en moyenne 450 g.

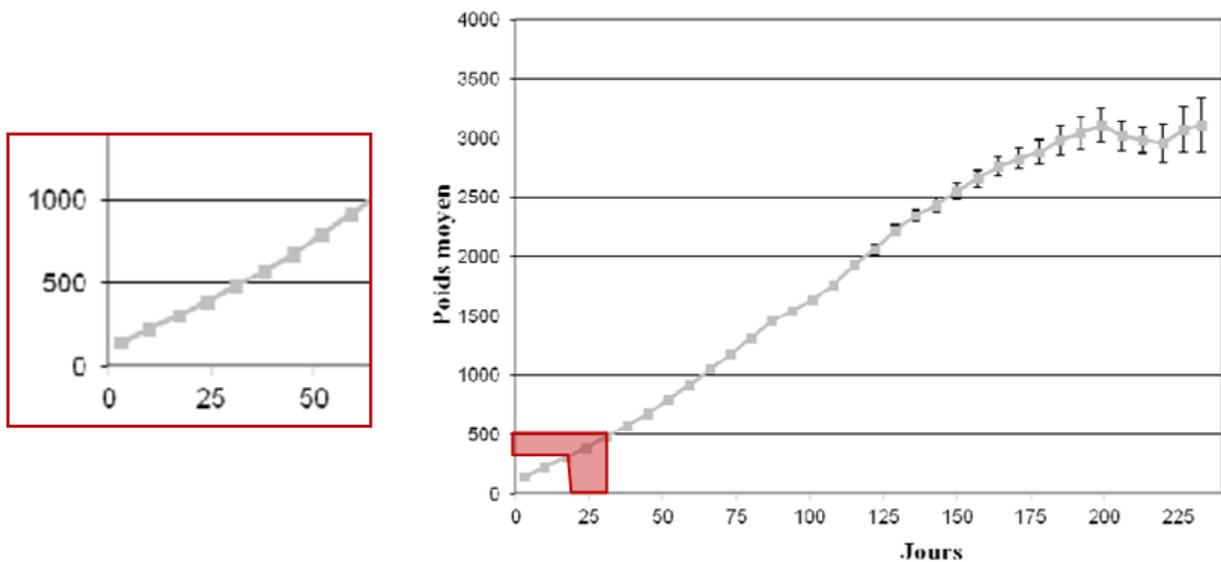


Figure 3 : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 20 et 30 jours de vie (Gast, 2011).

B. Appareil cardio-vasculaire

1. Anatomie cardio-vasculaire

Chez le chaton de 20 jours à 1 mois, le ratio des masses des ventricules droit et gauche d'un chat adulte est atteint : il est de 1/3, le ventricule gauche étant trois fois plus lourd que le droit. La croissance des deux ventricules est ensuite symétrique (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Le foramen ovale est fermé de façon fonctionnelle, il est susceptible de se rouvrir sous l'effet d'une modification du taux d'oxygène dans le sang ou de l'équilibre acido-basique, lors d'une infection respiratoire par exemple (Voldoire, 2002). La date de sa fermeture définitive n'est pas citée dans la littérature.

2. Fonction cardiaque

a. Auscultation

i. Fréquence et rythme cardiaques

L'auscultation du cœur est difficile du fait de la taille du thorax et de la fréquence de battements élevée. Elle doit se réaliser à gauche, au niveau de l'apex cardiaque, entre le cinquième et le sixième espace intercostal, dans le tiers ventral du thorax. L'usage d'un stéthoscope pédiatrique est conseillé (Root Kustritz, 2011).

La fréquence cardiaque normale d'un chaton de 20 jours à 1 mois est d'environ 240 ± 20 battements par minute (bpm) (Lourenço et Ferreira, 2003).

Le rythme cardiaque est un rythme cardiaque sinusal régulier chez le chaton de moins de 6 semaines (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

ii. Souffles physiologiques

Des souffles cardiaques de grades 1/6 à 3/6 entendus chez les chatons de 20 jours à 1 mois sont le plus souvent causés par le flux sanguin aortique ou pulmonaire rapide ou bien des délais variables de fermeture des shunts intracardiaques ou entre le cœur et les grands vaisseaux (Root Kustritz, 2011). Les souffles de grades 4/6 à 6/6 sont généralement dus à des malformations cardiaques congénitales. Les plus fréquentes chez le chat sont la dysplasie de la valve tricuspide et l'aplasie du septum ventriculaire (Root Kustritz, 2011).

b. Electrocardiogramme

L'électrocardiographie (ECG) est rarement réalisée sur des chatons de 20 jours à un mois mais permettrait de détecter des arythmies ou des défauts de conduction. L'onde P présente une amplitude et durée semblables à celles de l'adulte. La durée et l'amplitude du complexe QRS et des intervalles PR et QT le sont également. On observe à l'âge d'un mois une augmentation progressive de la durée de l'onde R, jusqu'à atteindre les valeurs du chat adulte (Lourenço et Ferreira, 2003).

c. Pression artérielle

La pression artérielle du chaton de 20 à 30 jours est comprise entre 40 à 50 mmHg. Ces faibles valeurs sont dues aux parois musculaires artérielles immatures et à une faible résistance artérielle périphérique. A cet âge, l'analyse des variations de la pression sanguine ne permet pas de diagnostiquer un choc hypovolémique (Giry, 2002).

d. Adaptabilité cardiaque

Le chaton de 20 jours à 1 mois présente un débit cardiaque, un volume plasmatique, une pression veineuse centrale et une post-charge plus élevés que chez l'adulte. Au contraire, la pression artérielle moyenne, le volume d'éjection systolique, la résistance vasculaire périphérique et la précharge sont plus faibles (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). La masse myocardique contractile et la compliance ventriculaire (capacité des ventricules à se dilater) sont également plus faibles. Ainsi, la réserve cardiaque est faible et le volume d'éjection systolique ne varie pas (Giry, 2002). Le débit cardiaque du chaton ($DC = VES \times FC$ avec DC : Débit cardiaque (L/min ; VES : Volume d'éjection systolique (L) ; FC : Fréquence cardiaque (bpm)) ne dépend donc que de la fréquence cardiaque (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

De ce fait, le cœur du chaton a une très faible capacité d'adaptation en fonction des événements (repos/exercice). De plus, le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque est mauvais chez le chaton nouveau-né. Leur myocarde est moins dense en fibres sympathiques. Jusque-là, le cœur du chaton est incapable notamment de répondre à une hypovolémie par une tachycardie. Ainsi, le chaton est sensible aux pertes sanguines, même peu importantes (5-10 mL/kg). Ceci est à prendre en compte lors de prélèvements sanguins notamment (ils ne doivent pas excéder 0.5 mL maximum pour 100 g de poids) (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

C. Appareil respiratoire

1. Anatomie et physiologie de l'appareil respiratoire

Les poumons poursuivent leur développement entre 20 jours et 1 mois (Root Kustritz, 2011) : les ramifications de l'arbre respiratoire sont formées, mais leur morphologie évolue pour atteindre une efficacité proche de l'adulte (Giry, 2002). Dans un premier temps, les voies respiratoires, plus souples que chez l'adulte, continuent de se rigidifier. Bien que la résistance

à l'écoulement de l'air et les risques d'obstruction diminuent, l'effort respiratoire reste plus intense qu'à l'âge adulte (Giry, 2002). La cage thoracique du chaton subit le même sort : elle s'ossifie peu à peu et le mouvement respiratoire devient plus aisé (Giry, 2002).

L'appareil respiratoire du chaton est sensible à la température de l'air, à sa teneur en oxygène, à ses composants toxiques ou irritants ainsi qu'aux agents infectieux qu'il contient (Grundy, 2006).

Les besoins en oxygène du chaton de 20 jours à 1 mois diminuent pour se rapprocher de ceux de l'adulte (Voldoire, 2002). Quant à la fréquence respiratoire, elle ne subit pas de modification importante pendant cette période : entre 16 et 36 mpm la troisième semaine (Little, 2011), entre 20 et 36 mpm la quatrième semaine (Grellet, 2010). Le chaton présente une amplitude respiratoire et une réserve pulmonaire plus faible que l'adulte (Moon et al., 2001 ; Root Kustritz, 2011).

Le chaton nouveau-né se voit donc forcé de fournir un effort respiratoire supérieur à celui de l'adulte, alors que sa résistance à la fatigue musculaire est réduite (Moon et al., 2001). Tout ceci doit être pris en compte lors de l'examen clinique de la fonction respiratoire.

2. Réponse physiologique face à l'hypoxie

Le chaton entre 20 jours et un mois présente une réponse à l'hypoxie semblable à celle de l'adulte (Moon et al., 2001) avec une augmentation des fréquences respiratoire et cardiaque et du volume inspiratoire.

Le signe caractéristique d'affection respiratoire chez le chaton nouveau-né est la dyspnée ou détresse respiratoire. Elle se manifeste par une fréquence, des efforts et/ou des bruits respiratoires augmentés, une intolérance à l'effort ou un collapsus pulmonaire aigu (Root Kustritz, 2011). L'halètement est un signe de température augmentée normal chez le chien. Chez le chaton, l'halètement est dans la majorité des cas associé à une détresse respiratoire significative. La respiration bouche ouverte est, elle, considérée comme pathologique chez le chiot et le chaton (Root Kustritz, 2011).

D. Appareil digestif

1. Les dents

Le chaton possède normalement déjà ses incisives 1 déciduales (101, 201, 301 et 401). Les incisives 2 déciduales (102, 202, 302 et 402) font éruption entre 2 et 4 semaines en moyenne. Viennent ensuite les incisives 3 (103, 203, 303 et 403) ainsi que les canines (104, 204, 304 et 404), entre 3 et 4 semaines d'âge. Les dents déciduales sont semblables aux dents permanentes, mais de plus petite taille et plus pointues (Hoskins, 1990).

2. Le tube digestif

L'ingestion de lait augmente : 2 mL pour 10 g de poids corporel par jour. Elle diminue cependant proportionnellement au poids corporel entre la deuxième et la septième semaine de vie. Parallèlement, l'ingestion d'aliment solide augmente entre la troisième et la septième semaine de vie (Peterson et Kutzler, 2011).

La taille de l'estomac, et par conséquent la capacité d'ingestion, subissent un bond considérable avec l'introduction d'aliments solides (Zabielski et al., 1999). L'épaisseur de la paroi intestinale a presque doublé de par l'hypertrophie de la tunique musculuse (Peterson et Kutzler, 2011). L'épithélium de l'estomac et de l'intestin grêle poursuit son développement avec les changements alimentaires. La quantité de suc gastrique et d'enzymes digestives sécrétés par l'estomac tend à diminuer avec l'âge (proportionnellement au poids corporel). L'activité de la pepsine augmente (Zabielski et al., 1999).

3. Le pancréas

Une grande partie des enzymes pancréatiques est active. La quantité de suc pancréatique subit un bond avec le début du sevrage (Zabielski et al., 1999). Aux alentours de trois semaines, le pancréas a développé une capacité semblable à celui de l'adulte à produire des enzymes digestives et des agents antibactériens (Peterson et Kutzler, 2011).

4. La flore bactérienne du tube digestif

Vers 3 à 4 semaines d'âge, les besoins énergétiques du chaton à ce stade de la croissance ne peuvent plus être couverts par l'alimentation lactée. Le régime alimentaire va progressivement être transformé pour devenir carnivore. Ces changements modifient la composition de la microflore digestive (Zabielski et al., 1999). L'introduction d'aliments

solides fournit à la fois une source et un substrat au développement de la flore bactérienne. Ces facteurs remplacent ceux établis par le lait et permettent d'établir la microflore gastro-intestinale normale du chaton (Peterson et Kutzler, 2011).

5. Digestion

a. Digestion des protéines

Entre J20 et J30, le chaton se nourrit principalement de lait, mais entre cependant pour la première fois en contact avec l'alimentation solide. Encore basse à 20 jours, l'activité de la pepsine augmente parallèlement à la diminution progressive du pH stomacal entre 20 et 30 jours de vie (Reece, 1997).

b. Digestion des glucides

Les oses de petite taille tels que lactose, saccharose, maltose, isomaltose peuvent être digérés (Harper et Turner, 2000). En outre, le chaton va, pendant cette période, entrer pour la première fois en contact avec la nourriture solide. Les nouveaux glucides apportés par cette alimentation vont commencer à être pris en charge, notamment les glucides de plus grande taille.

c. Digestion des matières lipidiques

L'activité de la lipase pancréatique augmente en parallèle des lipides dans le lait de la mère (Peterson et Kutzler, 2011). En outre, le chaton va, pendant cette période, entrer pour la première fois en contact avec la nourriture solide. Les nouveaux lipides apportés par cette alimentation vont commencer à être pris en charge. L'efficacité de la digestion des lipides augmente entre 20 et 30 jours (Harper et Turner, 2000).

6. Paramètres biochimiques de la fonction hépatique

Les concentrations sanguines en alanine-aminotransférase (ALAT), aspartate-aminotransférase (ASAT), phosphatase alcaline et bilirubine totale sont présentées dans le Tableau 51.

Tableau 51 : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton entre 2 et 4 semaines de vie (Bonagura et al., 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 à 4 semaines	Adulte
Bilirubine totale (mg/L)	2 [1-2]	0-2,4
PAL (UI/L)	111 [90-135]	13-116
ASAT (UI/L)	12-24	10-35
ALAT (UI/L)	14 [10-18]	20-85

E. Appareil urinaire

1. Fonction émonctoire du rein

a. Filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire

La néphrogenèse s'achève à environ 3 semaines d'âge. A cette période, le débit de filtration glomérulaire continue d'augmenter mais ne correspond encore qu'à environ 40 % de celui de l'adulte, en raison d'une pression artérielle faible et d'un épithélium glomérulaire peu perméable (Fettman et Allen, 1991).

De même, la réabsorption tubulaire du chaton de moins d'un mois est encore partiellement immature. La capacité de concentration des urines est donc peu développée : celles-ci sont 1,5 fois plus concentrées que le sang chez le chaton de 20 jours à 1 mois contre 4 à 5 fois chez le chat adulte ; la densité urinaire est inférieure à 1.020 (Little, 2011). Conséquence d'une moindre réabsorption des molécules organiques par les tubules, les concentrations urinaires en protéines, glucose et acides aminés sont plus élevées chez le chaton de 20 jours à 1 mois que chez l'adulte (Fettman et Allen, 1991). Le ratio protéines sur créatinine urinaire (RPCU) du chaton de 20 jours à 1 mois est semblable à celui de l'adulte. De même, la clairance rénale de la créatinine du chaton de moins d'un mois est d'environ 1,39 à 3,59 mL/min/kg, contre 3,80 à 4,74 mL/min/kg chez le chaton de 9 à 19 semaines (Dial, 1992).

b. Conséquences sur l'utilisation de médicaments en pratique

L'immaturation rénale est à prendre en compte lors de l'administration de médicaments excrétés ou métabolisés par les reins. En effet, leur clairance rénale est diminuée, ce qui peut induire des effets secondaires indésirables comme une néphrotoxicité ou une augmentation de leur durée d'action. C'est le cas notamment de la kétamine et de certains antibiotiques (céphalosporines, pénicillines, tétracyclines, triméthoprimes-sulfates) (Dial, 1992). L'antibiotique de choix cité par les auteurs est généralement le ceftiofur (2,5 mg/kg par voie sous-cutanée toutes les 12 heures pendant un maximum de 5 jours). L'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens chez le chaton de 20 jours à 1 mois est déconseillée du fait de leur toxicité rénale accrue chez ce sujet (Grundy, 2006).

c. Paramètres biochimiques de la fonction rénale

i. La créatininémie

La créatininémie est plus faible qu'à l'âge adulte : 0,4 à 0,7 mg/dL de sang chez un chaton de 1 mois en bonne santé. Ceci peut en partie être expliqué par une masse musculaire proportionnellement plus faible (Tableau 52).

Tableau 52 : Créatininémie du chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	1 mois	Adulte
Créatinine (mg/dL)	0,4-0,7	6,8-19

ii. L'urémie

L'urémie chez le chaton dépend de l'alimentation et de la durée du jeûne (temps écoulé entre le dernier repas et le prélèvement sanguin). En moyenne, sa valeur est comprise entre 1,0 et 2,2 mg/dL de sang chez le chaton de 1 mois en bonne santé (Tableau 53).

Tableau 53 : Urémie du chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	1 mois	Adulte
Urée (mg/dL)	1,0-2,2	8,7-31

2. Régulation hydrique et conséquences en pratique

Les besoins hydriques du chaton de moins de 2 mois sont estimés à 120 à 180 mL par kg de poids corporel, donc plus importants que l'adulte (50 à 100 mL/kg). Ceci est dû à une plus forte teneur en eau dans son organisme (80 % contre 60 % pour le chat adulte), un rapport surface sur poids corporel plus important (donc des pertes par déshydratation plus importantes), un métabolisme plus rapide et une masse graisseuse plus faible que l'adulte.

Le chaton de 20 jours à 1 mois est sensible à toute modification du volume liquidien extracellulaire (suite à une diarrhée, des vomissements ou un jeûne). Il est sujet à une déshydratation rapide (Fettman et Allen, 1991), mais celle-ci est difficile à évaluer. Le test du pli de peau n'est pas significatif avant 6 semaines, puisque la peau du chaton contient moins de graisse et plus d'eau que celle du chat adulte. L'humidité des muqueuses est facilement évaluable et reflète l'état d'hydratation (Moon et al., 2001).

Le chaton est tout aussi sensible à une fluidothérapie excessive ou mal adaptée d'un point de vue électrolytique. Cette dernière peut être à l'origine d'une surcharge cardiovasculaire, un œdème pulmonaire et des hémorragies intracrâniennes.

3. Miction

Entre 3 et 5 semaines, le chaton commence à se mettre en position et à réguler par lui-même sa miction. Il produit entre 5 et 60 mL d'urine par kg de poids corporel, contre 10 à 20 mL/kg chez le chat adulte. Elle doit être claire et incolore. Une urine foncée est un signe de déshydratation (Moon et al., 2001).

F. Comportement

1. Comportement alimentaire

Pendant cette période, le chaton se nourrit encore du lait maternel. Contrairement aux 3 premières semaines de vie, où la mère provoque la tétée, après 3 semaines, c'est plutôt le chaton qui l'initie (Case, 2011). La chatte la tolère de moins en moins au cours de la 4^{ème} semaine, elle peut parfois refuser que les chatons tètent (Martin et Bateson, 1985).

Au cours de la 3^{ème} semaine de vie, dans la nature, la mère commence à rapporter des proies mortes ou blessées au nid pour nourrir ses chatons. Cela représente la première

introduction à l'aliment solide pour le chaton. Dans le cadre d'un foyer où les chatons sont soignés par l'homme, c'est également le moment où l'on devrait introduire l'aliment solide (Case, 2011). La première ingestion d'aliment solide a lieu entre J20 et J30 mais peut considérablement changer d'une portée à l'autre. Elle est concomitante d'une forte poussée de croissance et d'une diminution de la consommation de lait (Martin, 1986).

Selon une étude, un chaton ayant été privé de sa mère et de ses frères durant les 23 premiers jours de sa vie est capable, suite parfois à un court délai, de trouver les mamelles et d'initier la tétée. Au-delà, cela devient plus difficile. Ainsi, le comportement de tétée semble dépendre des réflexes innés pendant les trois premières semaines, mais sa persistance semble, elle, dépendre de l'apprentissage (Kovach et Kling, 1967).

Le chaton à cette période tète toutes les 4 à 6 heures, chaque tétée pouvant durer jusqu'à 45 minutes (Beaver, 1992).

2. Sommeil

A ce stade, le sommeil profond ne présente pas toutes les caractéristiques qu'il présente chez l'adulte (activité cérébrale lente, respiration régulière, mouvements des yeux lents et tonus musculaire modéré). A 3 semaines d'âge, seulement environ 30 % du temps de sommeil profond présente une respiration régulière. Seulement environ 15 % du temps de sommeil profond montre un tonus musculaire moyen. Plus de 30 % du temps de sommeil profond présente des mouvements rapides des yeux (Hoppenbrouwers et Sterman, 1975). On observe ainsi souvent un sommeil agité, avec des contractions rapides des muscles de la face, des oreilles et des mouvements des paupières, des membres et du corps. De plus, le sommeil de groupe est encore marqué à cette période, mais le sommeil solitaire commence à apparaître (Gauclère, 1993). Le chaton dort entre 9 et 12 heures par jour à cette période, soit autant que l'adulte (Beaver, 1992).

3. Comportement de jeu et prédation

Le jeu a plusieurs intérêts. Il permet un entraînement physique musculaire mais aussi l'amélioration de la coordination et de l'équilibre. De plus, le jeu assure l'exploration de l'environnement et des contacts sociaux entre congénères. On distingue différents types de jeux : jeux sociaux (impliquant un autre chat), jeux avec des objets, jeux de prédation.

a. Jeux avec les objets

Vers 2 semaines, l'intérêt pour des objets en mouvement commence à apparaître. Ce jeu se développe avec la coordination musculaire. Le saut se développe à des stades très différents selon les chatons : il apparaît entre 17 et 43 jours de vie (Beaver, 1992).

b. Jeux sociaux

Les jeux sociaux ne s'observent que très peu encore à cette période (Beaver, 1992). Certains comportements, parmi les 8 associés aux jeux sociaux (voir « De 1 mois à 45 jours »), commencent à apparaître :

- Le « belly-up » : le chaton est sur le dos et montre son ventre tout en jouant avec les pattes et la bouche. Ce comportement est visible pour la première fois aux alentours de 21 à 23 jours.
- Le « stand-up » : le chaton est assis et joue avec ses membres antérieurs avec un congénère qui se trouve, lui, sur le dos. Il apparaît vers 23 jours (Beaver, 1992).

c. Jeux de prédation

Les jeux de prédation ne sont pas encore présents (Beaver, 1992).

4. Communication verbale

Le grognement est présent à la naissance, mais disparaît avec l'âge, sauf très occasionnellement chez les adultes (Beaver, 1992). Le ronronnement est présent lors de l'allaitement. Il est également utilisé comme signe de bienvenue sous forme d'une seule inspiration à partir de 3 semaines (Beaver, 1992).

G. Système neurologique

L'ensemble des méthodes d'évaluation des fonctions neurologiques du chaton sont décrites en annexe (ANNEXE 2).

1. Capacités sensorielles

a. Vision

Aux alentours de J20, le chaton reconnaît sa mère à sa silhouette, en plus de son odeur (Bradshaw et al., 2012). Il est maintenant capable de s'orienter grâce à sa vision vers une

cible. Les yeux sont ouverts, mais les liquides optiques continuent de s'éclaircir. Le fond de l'œil est totalement visible entre 27 et 38 jours après la naissance. Sa couleur n'est cependant pas encore celle de l'adulte (Villablanca et Olmstead, 1979).

Les réflexes liés à la vision sont décrits dans la partie « Réflexes liés à la vision ».

b. Audition

Les pavillons auriculaires bougent de façon plus discrète, de façon semblable à celle de l'adulte. Ils présentent leur configuration définitive à 1 mois (Olmstead et Villablanca, 1980). Le chaton distingue à présent clairement les différentes vocalisations. Sa réponse est adaptée en fonction de la nature du stimulus auditif. Par exemple, il est attiré par celles provenant de sa mère ou de ses frères et sœurs, tandis qu'il s'éloigne de celles provenant de chats mâles (Olmstead et Villablanca, 1980 ; Bradshaw et al., 2012). Le chaton repère avec précision la localisation des sons à environ 26 jours (Olmstead et Villablanca, 1980).

Ainsi, une semaine après l'ouverture de son canal auditif, le chaton est à présent capable d'orienter précisément ses pavillons auriculaires dans la direction du son, et de réagir en fonction de la nature de celui-ci.

c. Olfaction

L'olfaction est présente et s'affine progressivement (Beaver, 1980).

d. Goût et toucher

Le goût et le toucher sont présents (Bradshaw et al., 2012).

e. Thermorégulation

Jusqu'à J25, le chaton reste blotti dans le nid avec ses frères et sœurs. A partir de J25, les chatons commencent à sortir du nid. Ils sont capables de maintenir leur température corporelle lorsqu'ils sont sortis du nid, bien qu'à un niveau plus bas que la température de l'adulte (entre 37 et 38,2 °C) (Olmstead et al., 1979).

A J20, le chaton a développé le frisson thermique lorsqu'il est exposé au froid. La pilo-érection qui accompagne le frisson est également observable à cet âge (Olmstead et al., 1979).

2. Réactions posturales

Ce sont des actions volontaires déclenchées qui nécessitent une coordination entre le système sensoriel, la moelle spinale et les motoneurones centraux et périphériques. Leur évaluation permet d'apprécier la symétrie de développement des fonctions neurologiques chez le chaton. Leur maturation chez le chaton de 30 jours est reportée dans le Tableau 54.

Tableau 54 : Bilan des réactions posturales chez le chaton à 1 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). *M* = réaction mature ; *I* = réaction immature ou en cours de maturation ; *A* = réaction absente.

Placer proprioceptif	M
Placer tactile	I
Sautillement	I
Placer du menton	I/M
Placer visuel	I
Hémilocomotion	I
Réaction de soutien du corps	M

3. Réflexes moteurs

Il s'agit de réactions involontaires déclenchées artificiellement. Un réflexe diminué (hyporéflexie) ou absent (aréflexie) indique une anomalie des fibres sensibles segmentaires et/ou des motoneurones périphériques. Un réflexe augmenté (hyperréflexie) peut montrer une anomalie au niveau des motoneurones centraux. L'évaluation des réflexes sur un chaton est compliquée, de par une hétérogénéité dans leur développement et une difficulté de mise en évidence (Hoskins, 1990). Leur présence ou non chez le chaton de 30 jours est reportée dans le Tableau 55.

Tableau 55 : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton à 1 mois d'âge (Hoskins, 1990). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe patellaire	P
Réflexe de l'extenseur radial du carpe	P
Réflexe de flexion	P
Réflexe d'extension croisée	A
Réflexes toniques du cou	A

4. Réflexes liés à une stimulation tactile

Les réflexes tactiles sont à l'origine des premières interactions du chaton avec sa mère. Pour cette période, ils sont reportés dans le Tableau 56.

Tableau 56 : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton à 1 mois d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe de tétée	A
Réflexe de frouissement	A
Réflexe d'immobilisation	P
Réflexe périnéal	A
Réflexe auriculo-naso-céphalique	A
Réflexe de Galant	A

5. Réflexes liés à la vision

Le réflexe palpébral, les réflexes de clignement à la menace et à la lumière, le réflexe pupillaire et le réflexe cornéen sont présents et matures (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). Un bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 30 jours est présenté dans le Tableau 57.

Tableau 57 : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton à 1 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe palpébral	P
Réflexe pupillaire	P
Réflexe de clignement à la lumière	P
Réflexe de clignement à la menace	P
Réflexe cornéen	P

6. Locomotion

A partir de 3 semaines, une marche rudimentaire apparaît. A partir de 4 semaines, le chaton se tient sur ses quatre membres et se déplace de plus en plus loin du nid. Sa locomotion reste encore lente et incertaine (Sechzer et al., 1984).

H. Sang

1. Volume sanguin

Le volume sanguin total du chaton est de 5 à 10 mL/100 g de poids corporel, équivalent à celui du chat adulte (Von Dehn, 2014).

2. Système hématopoïétique

a. La lignée rouge

L'hématie du chaton de 20 jours à 1 mois est sensiblement différente de celle du chat adulte. Tout d'abord, elle présente une macrocytose. En effet, son volume globulaire moyen (VGM) est plus élevé que celui de l'adulte (Tableau 58). Il diminue pour atteindre celui de l'adulte à l'âge de 1 mois, au moment où les hématies du nouveau-né sont remplacées par celles de l'adulte. De plus, elles sont produites en plus faible quantité et présentent une durée de vie plus courte que les hématies du chat adulte (66 à 79 jours chez le chaton contre 85 à 90 jours chez le chat adulte (Gauclère, 1993)). Ceci peut être à l'origine d'un dénombrement important de réticulocytes, de corps d'Howell-Jolly et de corps de Heinz lors de la réalisation d'une cytologie sanguine (Von Dehn, 2014).

L'hémoglobine est de structure identique à celle de l'adulte et possède une affinité semblable au dioxygène (Wellman, 2010).

L'hématocrite du chaton de 20 jours à 1 mois atteint les valeurs les plus basses à cette période (Tableau 58). Cette anémie physiologique est due à plusieurs facteurs : la production de globules rouges qui diminue, le volume sanguin qui augmente provoquant une hémodilution, la carence physiologique en fer due à la consommation de lait, la destruction des globules rouges fœtaux (Chandler, 2014).

Les paramètres sanguins relatifs aux hématies chez le chaton de 20 jours à 1 mois (hématocrite, hémoglobinémie, VGM, CCMH, TCMH et nombre d'hématies) sont reportés dans le Tableau 58.

Tableau 58 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 2 à 4 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010). *VGM* : volume globulaire moyen ; *CCMH* : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; *TCMH* : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.

	2 à 4 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Hématocrite (%)	26,5 ± 0,8	24-45
Hématies (10 ¹² /L)	4,67 ± 0,10	5,0-10,0
Hémoglobine (g/dL)	8,7 ± 0,2	8,0-15,0
VGM (fL)	53,9 ± 1,2	39-50
CCMH (%)	33,0 ± 0,5	32-36
TCMH (pg)	18,8 ± 0,8	13-17

b. La lignée blanche

Les concentrations sanguines en granulocytes neutrophiles et lymphocytes chez le chaton de 20 jours à 1 mois sont dans les intervalles de référence de l'adulte (Tableau 59). La concentration en leucocytes est cependant dans les valeurs hautes des valeurs de l'adulte (Von Dehn, 2014). Le taux de granulocytes éosinophiles est légèrement supérieur aux normes adultes (Tableau 59).

Tableau 59 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 2 à 4 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).

	2 à 4 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Leucocytes ($10^9/L$)	15,31 ± 1,21	5,5-15,4
Neutrophiles non segmentés ($10^9/L$)	0,11 ± 0,04	18,6-40
Neutrophiles segmentés ($10^9/L$)	6,92 ± 0,77	2,0-22,3
Lymphocytes ($10^9/L$)	6,56 ± 0,59	1,5-7,0
Monocytes ($10^9/L$)	0,02 ± 0,02	0,0-0,85
Eosinophiles ($10^9/L$)	1,41 ± 0,16	0,0-0,75
Basophiles ($10^9/L$)	0	0,0-0,2

c. Les protéines plasmatiques

i. Albumine

Entre 20 jours et 1 mois de vie, la concentration en albumine plasmatique du chaton est plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 60).

Tableau 60 : Concentration sanguine en albumine chez le chaton de 20 jours à 1 mois (Hoskins, 1990 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 à 4 semaines (Von Dehn, 2014) (intervalle de référence)	4 semaines (Hoskins, 1990) (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Albumine (g/L)	22-24	24-49	24-35

ii. Protéines totales

La concentration en protéines totales est plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 61). Le foie, encore immature, est incapable de compenser l'expansion rapide du volume plasmatique post-natale en produisant suffisamment de protéines (Hoskins, 1990).

Tableau 61 : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton de 20 jours à 1 mois (Hoskins, 1990 ; Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 à 4 semaines (Levy et al., 2006) (intervalle de référence)	4 semaines (Hoskins, 1990) (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Protéines totales (g/L)	46-52	45-56	53-85

3. Les minéraux : calcium et phosphore

Ces deux minéraux sont présents en grande quantité dans le sang du chaton de 10 à 20 jours (Tableau 62).

Tableau 62 : Concentrations sanguines en calcium et phosphore chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Calcium (mmol/L)	2,5-3,0	2,1-2,9
Phosphore (mmol/L)	2,2-2,9	1,2 -3,0

4. Glucose

La glycémie du chaton entre 20 jours et 1 mois post-partum est reportée dans le Tableau 63.

Tableau 63 : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Glucose (mmol/L)	6,5-8,4	2,6-8,4

5. Cholestérol et triglycérides

La cholestérolémie et la triglycéridémie sont régies par la production hépatique de cholestérol et par l'absorption intestinale de lipides. Le chaton de 20 jours à 1 mois présente

une fonction hépatique immature. Cependant, il se nourrit encore en grande partie de lait, substance très riche en lipides (Gorman, 2011). A cette période, la cholestérolémie et la triglycéridémie sont supérieures aux normes de l'adulte chez le chat (Tableau 64).

Tableau 64 : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Cholestérol (mmol/L)	4,4-6,5	2,0-3,4
Triglycérides (mmol/L)	0,49-8,1	0,57-1,1

6. La créatinine kinase

La CK (Créatinine Kinase) est une enzyme qui signe une détérioration cellulaire du myocarde ou une rhabdomyolyse. Sa valeur à la naissance est très élevée par rapport aux valeurs de l'adulte, du fait du traumatisme subi au moment de la mise-bas par le chaton (Tableau 65).

Tableau 65 : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
CK (UI/L)	125-592	0-820

7. Paramètres hépatiques

Voir Système digestif.

8. Paramètres rénaux

Voir Système urinaire.

I. Système immunitaire

1. Organes hématopoïétiques

Entre 20 et 30 jours de vie, la rate n'a plus de fonction hématopoïétique, mais exerce une fonction érythroclastique de destruction des hématies vieillissantes. Toutefois, le potentiel hématopoïétique du foie et de la rate pourra se réactiver en cas de besoin. L'hématopoïèse a lieu dans la moelle osseuse. Le thymus, siège de la différenciation et maturation des lymphocytes T, continue et achève sa croissance (Chabanne, 2006).

2. Réponse immunitaire

Entre 20 et 30 jours de vie, le système immunitaire du chaton est encore immature. Il construit progressivement son répertoire de cellules mémoires, en fonction des contacts avec son environnement et ses congénères.

Sa réponse immunitaire est majoritairement de type primaire, d'intensité plus modérée et plus lente à se mettre en place qu'une réponse secondaire. Il est également déficitaire en éléments de l'immunité spécifique (leucocytes, enzymes, facteurs du complément). Concernant cette dernière, les lymphocytes B, assurant l'immunité à médiation humorale, se développent dans la moelle osseuse. Ils sont ensuite distribués dans les tissus lymphoïdes secondaires, et notamment les nœuds lymphatiques et la rate. La prolifération de lymphocytes T, assurant l'immunité à médiation cellulaire, augmente entre J20 et J30 (Person, 2003).

3. Anticorps d'origine maternelle

La protection du chaton de J10 à J20 est assurée par des anticorps d'origine maternelle. Lorsque la prise de colostrum a été correcte, le nouveau-né possède un taux d'IgG sérique équivalent à celui de sa mère.

L'immunité passive locale apparaît progressivement au cours du développement du chaton. Elle est constituée par les IgA et les IgG contenues dans le lait, dont les concentrations sont au plus bas : environ 3 g/L pour les IgG et 0,3 g/L pour les IgA. Dans le tube digestif, les IgA résistent à la digestion protéique, contrairement aux IgG. La paroi intestinale étant imperméable à cet âge-là, les immunoglobulines ingérées participent à l'immunité locale uniquement.

Compte tenu de la durée de vie des anticorps dirigés contre les principaux agents pathogènes, le chaton âgé de 20 à 30 jours est encore protégé contre les maladies associées à ces derniers par les anticorps maternels (Tableau 66).

Tableau 66 : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993). *NB : la durée de protection n'est qu'indicative, elle dépend du statut vaccinal de la mère.*

Agent pathogène	Demi-vie des IgG (jours)	Durée de protection (semaines)
Feline Parvovirus FPV	9,5	8-14
FeLV	15	6-8
Herpès-virus FHV	18,5	6-8
Calicivirus FCV	15	9-14
Coronavirus FCoV	7	4-6
Lyssavirus de la rage	?	13
<i>Chlamydia felis</i>	?	8-12

Ainsi, dans l'hypothèse où la prise colostrale a été correcte et où le calendrier vaccinal de la mère a été respecté, le chaton de 20 à 30 jours se trouve encore protégé contre les principales maladies : panleucopénie, leucose, herpèsvirose, calicivirose, coronavirose, rage et chlamydie (Tableau 66).

4. Conséquences sur la vaccination et calendrier vaccinal

Compte-tenu des interférences vaccinales, la réponse du chaton vacciné entre 20 et 30 jours est faible et insuffisante (Bergues et Bertagnoli, 2003). En fonction du statut et environnement sanitaire de la mère et de la portée, il est parfois recommandé de vacciner un chaton à partir de l'âge de 3 semaines, notamment contre la chlamydie, lorsque le système immunitaire est capable de répondre (Bergues et Bertagnoli, 2003). Par ailleurs, les animaux n'ayant pas reçu de colostrum peuvent être vaccinés à partir de la deuxième semaine d'âge avec des vaccins à agents inactivés (période à partir de laquelle la capacité de répondre

correctement à une stimulation antigénique est acquise), puis toutes les deux à trois semaines jusqu'à l'âge de trois mois.

V. Le chaton de 30 à 45 jours

A. Croissance

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen quotidien :

La croissance d'un individu est reflétée par son gain moyen quotidien, exprimé en grammes par jour. Il est calculé comme suit :

$$GMQ_{Ja-Jb} = (P_{Jb} - P_{Ja}) / (a - b)$$

Cet indice peut être exprimé en pourcentage du poids au jour a (J_a). Il est important de s'assurer qu'il a des valeurs positives. Le poids du chaton de 30 à 45 jours ne doit en effet pas stagner plus de 24 heures et doit augmenter chaque jour (Hoskins, 1990).

- Courbe de croissance :

La littérature fournit des objectifs de croissance. Gast a réalisé une courbe de croissance grâce au suivi de 370 chatons en bonne santé (Figure 4), nous permettant de visualiser l'allure de celle-ci entre 30 et 45 jours de vie. Néanmoins, la croissance du chaton à cette période varie en fonction du sexe, de la taille de la portée et du poids de naissance (Gast, 2011). Selon Dubos, le chaton mâle de 6 semaines pèse en moyenne 625 g, tandis que le chaton femelle pèse en moyenne 534 g.

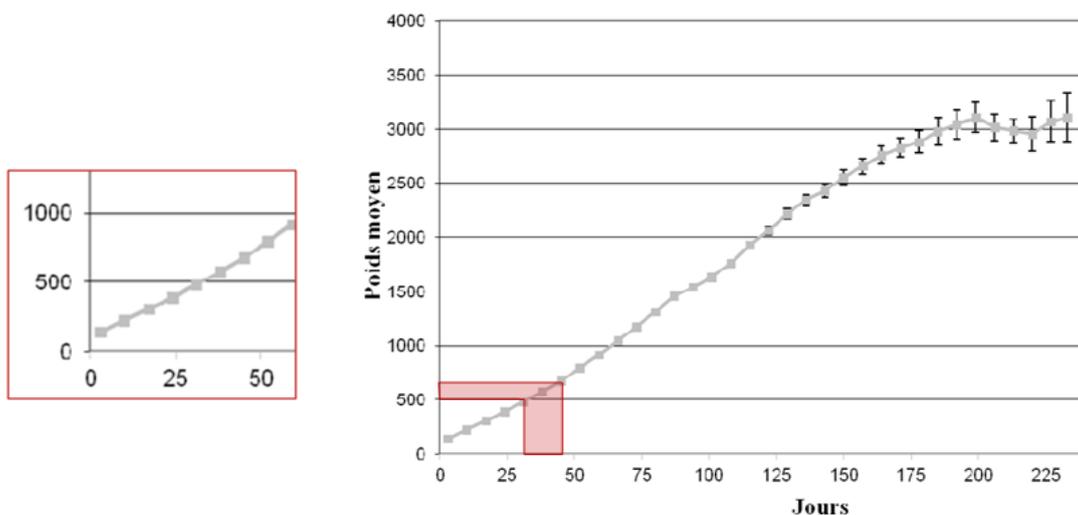


Figure 4 : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons "en bonne santé" au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 30 et 45 jours de vie (Gast, 2011).

B. Appareil cardio-vasculaire

1. Anatomie cardio-vasculaire

Le ratio des masses des ventricules droit et gauche d'un chat adulte est atteint : il est de 1/3, le ventricule gauche étant trois fois plus lourd que le droit. La croissance des deux ventricules est ensuite symétrique (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Le foramen ovale est fermé de façon fonctionnelle, il est susceptible de se rouvrir sous l'effet d'une modification du taux d'oxygène dans le sang ou de l'équilibre acido-basique, lors d'une infection respiratoire par exemple (Voltaire, 2002). La date de sa fermeture définitive n'est pas citée dans la littérature.

2. Fonction cardiaque

a. Auscultation

i. Fréquence et rythme cardiaques

L'auscultation du cœur est difficile du fait de la taille du thorax et de la fréquence de battements élevée. Elle doit se réaliser à gauche, au niveau de l'apex cardiaque, entre le cinquième et le sixième espace intercostal, dans le tiers ventral du thorax. L'usage d'un stéthoscope pédiatrique est conseillé (Root Kustritz, 2011).

La fréquence cardiaque normale d'un chaton de 1 mois à 45 jours est d'environ 180 ± 30 battements par minute (bpm) (Lourenço et Ferreira, 2003).

Le rythme cardiaque est un rythme cardiaque sinusal régulier chez le chaton de moins de 6 semaines (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

ii. Souffles physiologiques

Des souffles cardiaques de grades 1/6 à 3/6 entendus chez les chatons de 1 mois à 45 jours sont le plus souvent causés par le flux sanguin aortique ou pulmonaire rapide ou des délais variables de fermeture des shunts intracardiaques ou entre le cœur et les grands vaisseaux (Root Kustritz, 2011). Les souffles de grades 4/6 à 6/6 sont généralement dus à des malformations cardiaques congénitales. Les plus fréquentes chez le chat sont la dysplasie de la valve tricuspide et l'aplasie du septum ventriculaire (Root Kustritz, 2011).

b. Electrocardiogramme

L'électrocardiographie (ECG) permet de détecter des arythmies ou des défauts de conceptions. L'onde P présente une amplitude et durée semblables à celles de l'adulte. La durée et l'amplitude du complexe QRS et des intervalles PR et QT le sont également, ainsi que la durée de l'onde R (Lourenço et Ferreira, 2003).

c. Pression artérielle

La pression artérielle du chaton de 1 mois à 45 jours est comprise entre 40 à 50 mmHg. Ces faibles valeurs sont dues aux parois musculaires artérielles immatures et à une faible résistance artérielle périphérique. A cet âge, l'analyse des variations de la pression sanguine ne permet pas de diagnostiquer un choc hypovolémique (Giry, 2002).

d. Adaptabilité cardiaque

Le chaton de 1 mois à 45 jours présente un débit cardiaque, un volume plasmatique, une pression veineuse centrale et une post-charge plus élevés que chez l'adulte (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). Au contraire, la pression artérielle moyenne, le volume d'éjection systolique, la résistance vasculaire périphérique et la précharge sont plus faibles (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). La masse myocardique contractile et la compliance ventriculaire (capacité des ventricules à se dilater) sont également plus faibles. Ainsi, la réserve cardiaque est faible et le volume d'éjection systolique ne varie pas (Giry, 2002). Le débit cardiaque du chaton ($DC = VES \times FC$ avec DC : Débit cardiaque (L/min ; VES : Volume d'éjection systolique (L) ; FC : Fréquence cardiaque (bpm)) ne dépend donc que de la fréquence cardiaque (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Ainsi, le cœur du chaton a une très faible capacité d'adaptation en fonction des évènements (repos/exercice). De plus, le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque est mauvais chez le chaton de 1 mois à 45 jours. Leur myocarde est moins dense en fibres sympathiques. Jusque-là, le cœur du chaton est incapable notamment de répondre à une hypovolémie par une tachycardie. Ainsi, le chaton est sensible aux pertes sanguines, même peu importantes (5-10 mL/kg). Ceci est à prendre en compte lors de prélèvements sanguins notamment (ils ne doivent pas excéder 0,5 mL pour 100 g de poids) (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

C. Appareil respiratoire

1. Anatomique et physiologie de l'appareil respiratoire

Les poumons poursuivent leur développement entre 30 et 45 jours (Root Kustritz, 2011) et le système respiratoire atteint une efficacité proche de l'adulte. Les ramifications de l'arbre respiratoire sont formées, mais leur morphologie évolue encore (Giry, 2002). Les voies respiratoires, plus souples que chez l'adulte, continuent de se rigidifier. Bien que la résistance à l'écoulement de l'air et les risques d'obstruction diminuent, l'effort respiratoire reste plus intense qu'à l'âge adulte. La cage thoracique du chaton subit le même sort : elle s'ossifie peu à peu et le mouvement respiratoire devient plus aisé (Giry, 2002).

Les besoins en oxygène du chaton de 30 à 45 jours diminuent pour se rapprocher de ceux de l'adulte (Voldoire, 2002). Quant à la fréquence respiratoire, elle est de 20 à 36 mpm la quatrième semaine (Grellet, 2010). Elle diminue ensuite pour atteindre celle d'un chat adulte aux alentours de 15 semaines d'âge (Gauclère, 1993). Le chaton présente une amplitude respiratoire et une réserve pulmonaire plus faibles que l'adulte (Root Kustritz, 2011 ; Moon et al., 2001).

Le chaton nouveau-né se voit donc forcé de fournir un effort respiratoire supérieur à celui de l'adulte, alors que sa résistance à la fatigue musculaire est réduite (Moon et al., 2001). Tout ceci doit être pris en compte lors de l'examen clinique de la fonction respiratoire.

2. Réponse physiologique face à l'hypoxie

Le chaton entre un mois et 45 jours présente une réponse à l'hypoxie semblable à celle de l'adulte (Moon et al., 2001).

Le signe caractéristique d'affection respiratoire chez le chaton nouveau-né est la dyspnée ou détresse respiratoire (Root Kustritz, 2011). La détresse respiratoire se manifeste par une fréquence, des efforts et/ou des bruits respiratoires augmentés, une intolérance à l'effort ou un collapsus pulmonaire aigu (Root Kustritz, 2011). L'halètement est un signe de température augmentée normal chez le chien alors que chez le chaton, il est dans la majorité des cas associé à une détresse respiratoire significative. La respiration bouche ouverte est, elle, considérée comme pathologique chez le chiot et le chaton (Root Kustritz, 2011).

D. Appareil digestif

1. Les dents

A 30 jours, le chaton possède normalement déjà toutes ses incisives (101/102/103/, 201/202/203, 301/302/303 et 401/402/403) et ses canines déciduales (104, 204, 304 et 404). Entre 4 et 6 semaines d'âge, les prémolaires 3 et 4 déciduales (107/108, 207/208, 307/308 et 407/408) font éruption (Hoskins, 1990).

Le chat ne possède pas de prémolaire PM1 dans sa dentition déciduale, ni dans sa dentition permanente. Il ne possède pas de molaire M1 dans sa dentition déciduale (Hoskins, 1990).

2. Le tube digestif

L'ingestion de lait diminue proportionnellement au poids corporel. Parallèlement, l'ingestion d'aliment solide augmente (Peterson et Kutzler, 2011).

La taille de l'estomac, et par conséquent la capacité d'ingestion, ont augmenté considérablement avec l'introduction d'aliments solides. La paroi intestinale est épaisse. La quantité de suc gastrique et d'enzymes digestives sécrétés par l'estomac tend à diminuer avec l'âge (proportionnellement au poids corporel). L'activité de la pepsine augmente (Zabielski et al., 1999).

3. Le pancréas

Une grande partie des enzymes pancréatiques est active. La quantité de suc pancréatique sécrété augmente avec l'âge. La courbe de sécrétion subit un bond au fur et à mesure du sevrage (Zabielski et al., 1999). Le pancréas est capable à cet âge-là de produire presque autant d'enzymes digestives et d'agents antibactériens que chez le chat adulte (Peterson et Kutzler, 2011).

4. La flore bactérienne du tube digestif

A 1 mois d'âge, la nature des bactéries de la flore digestive du chaton est semblable à celle de l'adulte (Smith, 1965). Les besoins énergétiques du chaton à ce stade de la croissance ne peuvent plus être couverts par l'alimentation lactée. Le régime alimentaire va progressivement être transformé pour devenir carnivore. Ces changements modifient la composition de la microflore digestive (Zabielski et al., 1999). L'introduction d'aliments

solides fournit à la fois une source et un substrat au développement de la flore bactérienne. Ces facteurs remplacent ceux établis par le lait et permettent d'établir la microflore gastro-intestinale normale du chaton (Peterson et Kutzler, 2011).

5. Digestion

a. Digestion des protéines

Entre J30 et J45, le sevrage du chaton est en cours. Le lait représente encore une grande partie du régime du chaton. D'autre part, il accueille progressivement l'alimentation solide. Etant un carnivore, les protéines occupent une place très importante dans son alimentation. L'activité de la pepsine augmente parallèlement à la diminution progressive du pH stomacal (Harper et Turner, 2000).

b. Digestion des glucides

Pendant cette période, la prise de lait diminue, tandis que l'alimentation solide devient dominante. Le lactose, qui fait partie des principales sources d'énergie du lait, est fractionné en glucose et galactose par une enzyme : la lactase. L'amylase, la maltase, la saccharase et la lactase sont actives dans l'intestin grêle. Ils sont transformés en oses comme le glucose. La microflore du gros intestin se développe pour assurer une partie de la digestion des glucides, les transformant en acides gras volatils. Les oses à longue chaîne sont digérés également. En effet, l'activité de l'alpha-amylase augmente peu à peu. A 45 jours, la digestibilité de l'amidon cuit est de 78,5 % (Wolter, 2011).

c. Digestion des lipides

La lipase pancréatique permet la digestion intestinale des lipides issus de l'alimentation solide. L'efficacité de la digestion des lipides augmente entre 30 et 45 jours de vie (Harper et Turner, 2000).

6. Paramètres biochimiques de la fonction hépatique

Les concentrations sanguines en alanine-aminotransférase (ALAT), aspartate-aminotransférase (ASAT), phosphatase alcaline et bilirubine totale sont présentées dans le Tableau 67.

Tableau 67 : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton entre 4 et 5 semaines de vie (Von Dehn, 2014), entre 4 et 6 semaines de vie (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	4 à 5 semaines	4 à 6 semaines	Adulte
Bilirubine totale (mg/L)	0-0,3	0,2	0-2,4
PAL (UI/L)	97-274	111 [90-135]	13-116
ASAT (UI/L)	15-31	17 [12-24]	10-35
ALAT (UI/L)	14-55	16 [14-26]	20-85

E. Appareil urinaire

1. Fonction émonctoire du rein

a. Filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire

La néphrogenèse est terminée. Le débit de filtration glomérulaire à cette période continue d'augmenter mais ne correspond encore qu'à environ 50 % de celui de l'adulte en raison d'une pression artérielle faible et d'un épithélium glomérulaire peu perméable (Fettman et Allen, 1991).

De même, la réabsorption tubulaire du chaton de 1 mois à 45 jours est encore partiellement immature, ce qui implique plusieurs faits. Le premier est que la capacité de concentration des urines est moins développée que chez l'adulte. Ainsi, ces dernières sont 1,5 fois plus concentrées que le sang chez le chaton de 1 mois à 45 jours contre 4 à 5 fois chez le chat adulte et sa densité urinaire est inférieure à 1.020 (Little, 2011). Ensuite, la réabsorption des molécules organiques par les tubules est encore immature. Les concentrations urinaires en protéines, glucose et acides aminés sont plus élevées chez le chaton de 1 mois à 45 jours que chez l'adulte (Fettman et Allen, 1991). Le ratio protéines sur créatinine urinaire (RPCU) est semblable à celui de l'adulte. De même, la clairance rénale de la créatinine est d'environ 1,39 à 3,59 mL/min/kg, contre 3,80 à 4,74 mL/min/kg chez le chaton de 9 à 19 semaines (Dial, 1992). La sécrétion tubulaire est pleinement efficace entre 4 et 8 semaines (Fettman et Allen, 1991).

b. Conséquences sur l'utilisation de médicaments en pratique

L'immaturation rénale est à prendre en compte lors de l'administration de médicaments excrétés ou métabolisés par les reins. En effet, leur clairance rénale est diminuée, ce qui peut induire des effets secondaires indésirables comme une néphrotoxicité ou une augmentation de leur durée d'action. C'est le cas notamment de la kétamine et de certains antibiotiques (céphalosporines, pénicillines, tétracyclines, triméthoprimes-sulfates) (Dial, 1992). L'antibiotique de choix cité par les auteurs est généralement le ceftiofur (2,5 mg/kg par voie sous-cutanée toutes les 12 heures pendant un maximum de 5 jours). L'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens chez le chaton de 1 mois à 45 jours est déconseillée du fait de leur toxicité rénale accrue chez ce sujet (Grundy, 2006).

c. Paramètres biochimiques de la fonction rénale

i. La créatininémie

La créatininémie est plus faible qu'à l'âge adulte : 0,2 à 1,2 mg/dL de sang chez un chaton de 4 à 6 semaines en bonne santé. Ceci peut en partie être expliqué par une masse musculaire proportionnellement plus faible que l'adulte (Tableau 68).

Tableau 68 : Créatininémie du chaton entre 1 mois et 45 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	4 à 6 semaines	Adulte
Créatinine (mg/dL)	0,2-1,2	6,8-19

ii. L'urémie

L'urémie chez le chaton dépend de l'alimentation et de la durée du jeûne (temps écoulé entre le dernier repas et le prélèvement sanguin). En moyenne, sa valeur est comprise entre 0,32 et 0,77 mg/dL de sang chez le chaton de 4 à 6 semaines en bonne santé (Tableau 69).

Tableau 69 : Urémie du chaton entre 1 mois et 45 jours de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	4 à 6 semaines	Adulte
Urée (mg/dL)	0,32-0,77	8,7-31

2. Régulation hydrique et conséquences en pratique

Les besoins hydriques du chaton de moins de 2 mois sont estimés à 120 à 180 mL par kg de poids corporel, donc plus importants que l'adulte (50 à 100 mL/kg). Ceci est dû à une plus forte teneur en eau dans son organisme (80 % contre 60 % pour le chat adulte), un rapport surface sur poids corporel plus important (donc des pertes par déshydratation plus importantes), un métabolisme plus rapide et une masse grasseuse plus faible que l'adulte.

Le chaton de 1 mois à 45 jours est sensible à toute modification du volume liquidien extracellulaire (suite à une diarrhée, des vomissements ou un jeûne). Il est sujet à une déshydratation rapide (Fettman et Allen, 1991), mais celle-ci est difficile à évaluer. Le test du pli de peau n'est pas significatif avant 6 semaines, puisque la peau du chaton contient moins de graisse et plus d'eau que celle du chat adulte. L'humidité des muqueuses est facilement évaluable et est un reflet de l'état d'hydratation (Moon et al., 2001).

Si le chaton à cet âge-là tolère mal la déshydratation, il est tout aussi sensible à une fluidothérapie excessive ou mal adaptée d'un point de vue électrolytique. Cette dernière peut être à l'origine d'une surcharge cardiovasculaire, un œdème pulmonaire et des hémorragies intracrâniennes.

3. Miction

Entre 3 et 5 semaines, le chaton commence à se mettre en position et à réguler par lui-même sa miction. A 45 jours, il urine généralement seul, sans l'aide de sa mère (Fettman et Allen, 1991). Le chaton de 1 mois à 45 jours produit environ 25 mL d'urine par kilogramme de poids corporel, contre 10 à 20 mL/kg chez le chat adulte. L'urine du chaton doit être claire et incolore. Une urine foncée est un signe de déshydratation (Moon et al., 2001).

F. Comportement

1. Comportement alimentaire

Un chaton ayant été privé de sa mère et de ses frères durant les 35 premiers jours de sa vie est incapable de trouver les mamelles et d'initier la tétée. Ceci peut être relié à la disparition du réflexe de succion au cours de la 4^{ème} semaine de vie. Ainsi, le comportement de tétée semble dépendre des réflexes innés pendant les trois premières semaines, mais sa persistance semble, elle, dépendre de l'apprentissage (Kovach et Kling, 1967).

A cette période, le chaton initie lui-même la tétée (Case, 2011). La mère prolonge progressivement les moments hors du nid et refuse de plus en plus la tétée à ses chatons. Les temps d'allaitement se raréfient progressivement. C'est le début du processus de sevrage. C'est un processus lent et progressif aboutissant à la complète indépendance alimentaire du chaton. En parallèle, dès la 3^{ème} semaine, la mère rapporte des proies mortes au nid, introduisant ainsi l'aliment solide dans le régime alimentaire de ses chatons. Vers la 5^{ème} semaine, elle rapporte des proies vivantes. Elle les relâche dans le nid afin que les chatons chassent (Case, 2011).

Le chaton à cette période tète toutes les 4 à 6 heures jusqu'au sevrage (Beaver, 1992).

2. Sommeil

A ce stade, le sommeil profond ne présente pas toutes les caractéristiques qu'il présente chez l'adulte (activité cérébrale lente, respiration régulière, mouvements des yeux lents et tonus musculaire modéré) (Hoppenbrouwers et Sterman, 1975). A 4 et 5 semaines d'âge, la respiration est régulière pendant 40 et 50 % du temps de sommeil profond respectivement, un tonus musculaire moyen est visible durant 30 et 50 % du temps de sommeil profond respectivement et des mouvements rapides des yeux sont visibles pendant 10 et 5 % de ce temps (Hoppenbrouwers et Sterman, 1975). On observe ainsi souvent un sommeil agité, avec des contractions rapides des muscles de la face, des oreilles et des mouvements des paupières, des membres et du corps. De plus, le sommeil solitaire s'installe, mais des phases de sommeil de groupe existent encore (Gauclère, 1993). Le chaton dort entre 9 et 12 heures par jour à cette période, soit autant que l'adulte (Beaver, 1992).

3. Comportement de jeu et prédation

Le jeu a plusieurs intérêts. Il permet un entraînement physique musculaire mais aussi l'amélioration de la coordination et de l'équilibre. De plus, le jeu assure l'exploration de l'environnement et développe les contacts sociaux entre congénères. On distingue différents types de jeux : jeux sociaux (impliquant au moins un autre chat), jeux avec des objets, jeux de prédation.

a. Jeux avec les objets

A l'âge de 4 semaines, le jeu avec des objets s'observe chez les chatons en même temps que la coordination musculaire se développe.

b. Jeux sociaux

Vers 35 jours, on observe des positions propres à la chasse (position aplatie, cambrure de l'arrière train, préparation du saut, etc.). La lutte entre congénères n'apparaît que vers 43 jours. Vers 48 jours de vie, le chaton commence à grimper sur les supports lors des courses-poursuites. Le saut se développe à des stades très différents selon les chatons : il apparaît entre 17 et 43 jours de vie (Beaver, 1992).

Les jeux sociaux s'observent majoritairement entre 4 et 16 semaines. Les jeux sociaux sont caractérisés par huit comportements bien définis (Beaver, 1992) :

- Le « belly-up » : le chaton se met sur le dos et montre son ventre tout en jouant avec les pattes et la bouche. A 6 semaines, ce comportement occupe 13 % des jeux sociaux en moyenne.
- Le « stand-up » : le chaton est assis et joue avec ses membres antérieurs avec un congénère qui se trouve, lui, sur le dos.
- Un « side-step » : le chaton se déplace de profil autour d'un autre, avec une position arquée et la tête tournée vers lui. Ce jeu se développe aux alentours de 33 jours et occupe à 6 semaines 42 % du temps de jeu.
- Le « vertical stance » : le chaton se positionne debout sur ses membres postérieurs en position bipède. Ce comportement apparaît vers 35 jours. Il n'occupe qu'une petite partie du jeu.
- Le comportement de chasse ou course poursuite apparaît entre 38 et 41 jours.

- Le « horizontal leap » : le chaton adopte la posture du side-step puis saute sur le côté. Cette posture apparaît vers 45 jours en moyenne.
- Le « face-off » : deux chatons assis se font face, se regardent et en se penchent l'un vers l'autre, puis dirigent des coups de patte vers la face de l'autre (Beaver, 1992).

c. Jeux de prédation

Vers la 5^{ème} semaine, la mère rapporte des proies vivantes dans le nid. Elle les relâche dans le nid afin que les chatons les chassent et les tuent, en les aidant si nécessaire. Cette activité de jeu permet l'apprentissage du comportement de prédation (Case, 2011).

4. Communication verbale

Le grognement est présent à la naissance, mais disparaît avec l'âge, sauf très occasionnellement chez les adultes. Le ronronnement est présent lors de l'allaitement. Il est également utilisé comme signe de bienvenue sous forme d'une seule inspiration (Beaver, 1992). Le sifflement apparaît vers la 5^{ème} semaine en présence d'une menace ou en cas d'irritation. Le chaton reconnaît les voix familières dès 4 semaines mais n'agit pas encore en fonction de leur signification (Beaver, 1992).

G. Système neurologique

L'ensemble des méthodes d'évaluation des fonctions neurologiques du chaton sont décrites en annexe (ANNEXE 2) .

1. Capacités sensorielles

a. Vision

Le chaton est capable de s'orienter grâce à sa vision. Les liquides optiques deviennent transparents 1 mois environ après l'ouverture des yeux (27 à 38 jours) (Villablanca et Olmstead, 1979). La vision en 3 dimensions commence à se développer (Bradshaw et al., 2012). La coordination entre les yeux et les membres se développent entre 35 et 42 jours de vie (Bradshaw et al., 2012).

Les réflexes liés à la vision sont décrits dans la partie « Réflexes liés à la vision ».

b. Audition

Les pavillons auriculaires ont à présent leur configuration définitive (Olmstead et Villablanca, 1980). Le chaton distingue clairement les différentes vocalisations. Sa réponse est adaptée en fonction de la nature du stimulus auditif. Par exemple, il est attiré par celles provenant de sa mère ou de ses frères et sœurs, tandis qu'il s'éloigne oreilles baissées de celles provenant de chats mâles (Olmstead et Villablanca, 1980 ; Bradshaw et al., 2012). Le chaton repère avec précision la localisation des sons (Olmstead et Villablanca, 1980). Ainsi, le chaton est à présent capable d'orienter précisément ses pavillons auriculaires dans la direction du son, et de réagir en fonction de la nature de celui-ci.

c. Olfaction

L'olfaction est présente dès la naissance et s'affine progressivement (Beaver, 1980).

L'olfaction voméro-nasale est la faculté de l'organe voméro-nasal à détecter des phéromones. Il est caractérisé par le signe du flehmen. Celui-ci apparaît vers 5 semaines (Kolb et Nonneman, 1975).

d. Goût et toucher

Le goût et le toucher sont présents (Bradshaw et al., 2012).

e. Thermorégulation

Les chatons sortent du nid. Ils sont capables de maintenir leur température corporelle lorsqu'ils sont sortis du nid, bien qu'à un niveau plus bas que la température de l'adulte (entre 37,4 et 38,6 °C) (Olmstead et al., 1979).

Le chaton peut mettre en place le frisson thermique lorsqu'il est exposé au froid. La pilo-érection qui accompagne le frisson est également observable à cet âge. Durant la 5^{ème} semaine de vie, le halètement reprend à une fréquence élevée (Olmstead et al., 1979).

2. Réactions posturales

Ce sont des actions volontaires déclenchées qui nécessitent une coordination entre le système sensoriel, la moelle épinière et les motoneurones centraux et périphériques. Leur évaluation permet d'apprécier la symétrie de développement des fonctions neurologiques chez le chaton. Leur maturation chez le chaton de 45 jours est reportée dans le Tableau 70.

Tableau 70 : Bilan des réactions posturales chez le chaton à 45 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). *M* = réaction mature ; *I* = réaction immature ou en cours de maturation ; *A* = réaction absente.

Placer proprioceptif	M
Placer tactile	I
Sautillement	M
Placer du menton	M
Placer visuel	M
Hémilocomotion	M
Réaction de soutien du corps	M

3. Réflexes moteurs

Il s'agit de réactions involontaires déclenchées artificiellement. Un réflexe diminué (hyporéflexie) ou absent (aréflexie) indique une anomalie des fibres sensitives segmentaires et/ou des motoneurones périphériques. Un réflexe augmenté (hyperréflexie) peut montrer une anomalie au niveau des motoneurones centraux. L'évaluation des réflexes sur un chaton est compliquée, de part une hétérogénéité dans leur développement et une difficulté de mise en évidence (Hoskins, 1990). Leur présence ou non chez le chaton de 45 jours est reportée dans le Tableau 71.

Tableau 71 : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton à 45 jours d'âge (Hoskins, 1990). *P* = réflexe présent ; *A* = réflexe absent.

Réflexe patellaire	P
Réflexe de l'extenseur radial du carpe	P
Réflexe de flexion	P
Réflexe d'extension croisée	A
Réflexes toniques du cou	A

4. Réflexes liés à une stimulation tactile

Les réflexes tactiles sont à l'origine des premières interactions du chaton avec sa mère. Pour cette période, ils sont reportés dans le Tableau 72.

Tableau 72 : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton à 45 jours d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe de tétée	A
Réflexe de fouissement	A
Réflexe d'immobilisation	P
Réflexe périnéal	A
Réflexe auriculo-naso-céphalique	A
Réflexe de Galant	A

5. Réflexes liés à la vision

Le réflexe palpébral, les réflexes de clignement à la menace et à la lumière, le réflexe pupillaire et le réflexe cornéen sont présents et matures (Tableau 73).

Tableau 73 : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton à 45 jours d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe palpébral	P
Réflexe pupillaire	P
Réflexe de clignement à la lumière	P
Réflexe de clignement à la menace	P
Réflexe cornéen	P

6. Locomotion

A l'âge de 5 semaines, le chaton est capable de courir, tourner, sauter. Sa démarche est plus assurée. A l'âge de 6-7 semaines, le chaton présente toutes les caractéristiques de la locomotion de l'adulte (Sechzer et al., 1984).

H. Sang

1. Volume sanguin

Le volume sanguin total du chaton est de 5 à 10 mL/100 g de poids corporel, équivalent à celui du chat adulte (Von Dehn, 2014).

2. Système hématopoïétique

a. La lignée rouge

L'hématie du nouveau-né est remplacée par l'hématie du chat adulte à l'âge de 1 mois. Cette dernière possède un volume globulaire moyen plus faible que celle du nouveau-né (Tableau 74). Sa durée de vie est supérieure à celle-ci : 85 à 90 jours (Gauclère, 1993) .

Ensuite, l'hématocrite du chaton de 1 mois ayant atteint sa valeur la plus basse, il augmente ensuite (Tableau 74) (Giry, 2002 ; Von Dehn, 2014).

Les paramètres sanguins relatifs aux hématies chez le chaton de 1 mois à 45 jours (hématocrite, hémoglobinémie, VGM, CCMH, TCMH et nombre d'hématies) sont reportés dans le Tableau 74.

Tableau 74 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 4 à 6 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010). *VGM* : volume globulaire moyen ; *CCMH* : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; *TCMH* : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.

	4 à 6 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Hématocrite (%)	27,1 ± 0,8	24-45
Hématies (10 ¹² /L)	5,89 ± 0,23	5,0-10,0
Hémoglobine (g/dL)	8,6 ± 0,3	8,0 -15,0
VGM (fL)	45,6 ± 1,3	39-50
CCMH (%)	31,9 ± 0,6	32-36
TCMH (pg)	18,8 ± 0,6	13-17

b. La lignée blanche

Les concentrations sanguines en leucocytes et granulocytes éosinophiles continuent d'augmenter au-dessus des valeurs de l'adulte entre 1 mois et 45 jours. Les concentrations sanguines en polynucléaires neutrophiles et en lymphocytes subissent une légère baisse pendant cette période (Tableau 75).

Tableau 75 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 4 à 6 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010).

	4 à 6 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Leucocytes (10 ⁹ /L)	17,45 ± 1,37	5,5-15,4
Neutrophiles non segmentés (10 ⁹ /L)	0,20 ± 0,06	18,6-40
Neutrophiles segmentés (10 ⁹ /L)	9,57 ± 1,65	2,0-22,3
Lymphocytes (10 ⁹ /L)	6,41 ± 0,77	1,5-7,0
Monocytes (10 ⁹ /L)	0	0,0-0,85
Eosinophiles (10 ⁹ /L)	1,47 ± 0,25	0,0-0,75
Basophiles (10 ⁹ /L)	0	0,0-0,2

c. Les protéines plasmatiques

i. Albumine

Le chaton de 1 mois à 45 jours possède une concentration en albumine plasmatique plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 76).

Tableau 76 : Concentration sanguine en albumine chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 à 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	4 à 6 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Albumine (g/L)	24-29	22-24	24-35

ii. Protéines totales

La concentration en protéines totales est plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 77). Le foie, encore immature, est incapable de compenser l'expansion rapide du volume plasmatique post-natale en produisant suffisamment de protéines (Hoskins, 1990).

Tableau 77 : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 à 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	4 à 6 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Protéines totales (g/L)	45-56	46-52	53-85

3. Les minéraux : calcium et phosphore

Ces deux minéraux sont présents en grande quantité dans le sang du chaton de 1 mois à 45 jours (Tableau 78).

Tableau 78 : Concentrations sanguines en calcium et en phosphore chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 et 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	4 à 6 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Calcium (mmol/L)	2,5-3,0	2,1-2,8	2,1-2,9
Phosphore (mmol/L)	2,2-2,9	1,3-2,5	1,2 -3,0

4. Glucose

Sa valeur chez le chaton de 1 mois à 45 jours est reportée dans le Tableau 79.

Tableau 79 : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 et 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat à l'âge adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	4 à 6 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Glucose (mmol/L)	6,5-8,4	5,5-6,2	2,6-8,4

5. Cholestérol et triglycérides

La cholestérolémie et la triglycéridémie sont régies par la production hépatique de cholestérol et par l'absorption intestinale de lipides. Le chaton nouveau-né présente une fonction hépatique immature. Cependant, il se nourrit en grande partie de lait, substance très riche en lipides, les valeurs de cholestérolémie et la triglycéridémie sont donc élevées par rapport à celles d'un chat adulte. Lorsque le régime alimentaire commence à changer, au début du sevrage, elles diminuent pour se rapprocher de l'intervalle de référence de l'adulte (Gorman, 2011). En outre, les valeurs en cholestérol restent encore très hautes entre 1 mois et 45 jours de vie chez le chaton (Tableau 80).

Tableau 80 : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 4 et 6 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	4 à 6 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Cholestérol (mmol/L)	4,4-6,5	5,7-11,1	2,0-3,4
Triglycérides (mmol/L)	0,49-8,1	/	0,57-1,1

6. La créatinine kinase

La CK (Créatinine Kinase) est une enzyme qui signe une détérioration cellulaire du myocarde ou une rhabdomyolyse. Sa valeur à la naissance est très élevée par rapport aux valeurs de l'adulte, du fait du traumatisme subit au moment de la mise-bas par le chaton (Tableau 81).

Tableau 81 : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 1 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	1 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
CK (UI/L)	125-592	0-820

7. Paramètres hépatiques

Voir Système digestif.

8. Paramètres rénaux

Voir Système urinaire.

I. Système immunitaire

1. Organes hématopoïétiques

Entre 30 et 45 jours de vie, la rate n'a plus de fonction hématopoïétique mais exerce une fonction érythroclastique de destruction des hématies vieillissantes. Toutefois, le potentiel hématopoïétique du foie et de la rate pourra se réactiver en cas de besoin. L'hématopoïèse a lieu dans la moelle osseuse. Le thymus, siège de la différenciation et maturation des lymphocytes T, atteint son poids relatif maximal entre 1 et 2 mois (Chabanne, 2006).

2. Réponse immunitaire

Entre 30 et 45 jours de vie, le système immunitaire du chaton construit progressivement son répertoire de cellules mémoires, en fonction des contacts avec son environnement et ses congénères.

Sa réponse immunitaire est majoritairement de type primaire, d'intensité plus modérée et plus lente à se mettre en place qu'une réponse secondaire. Il est également déficitaire en éléments de l'immunité spécifique (leucocytes, enzymes, facteurs du complément). Concernant cette dernière, les lymphocytes B, assurant l'immunité à médiation humorale, se développent dans la moelle osseuse. Ils sont ensuite distribués dans les tissus lymphoïdes secondaires, et notamment les nœuds lymphatiques et la rate. La prolifération de lymphocytes T, assurant l'immunité à médiation cellulaire, augmente entre J30 et J45 (Person, 2003).

3. Anticorps d'origine maternelle

La protection du chaton de J30 à J45 est assurée par des anticorps d'origine maternelle. Elle est constituée par les IgA et les IgG contenues dans le lait, dont les concentrations sont au plus bas : environ 3 g/L pour les IgG et 0.3 g/L pour les IgA. Dans le tube digestif, les IgA résistent à la digestion protéique, contrairement aux IgG. La paroi intestinale étant imperméable à cet âge-là, les immunoglobulines ingérées participent à l'immunité locale uniquement.

A cet âge, compte tenu de la durée de vie des anticorps dirigés contre les principaux agents pathogènes, le chaton âgé de 30 à 45 jours, même s'il a bénéficié d'un transfert de bonne qualité, rentre dans une phase critique pour certains agents pathogènes. En effet, la protection d'origine maternelle contre le coronavirus félin n'agit plus à partir de 4 à 6 semaines (Tableau 82).

Tableau 82 : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gaucière, 1993). *NB : la durée de protection n'est qu'indicative, elle dépend du statut vaccinal de la mère.*

Agent pathogène	Demi-vie des IgG (jours)	Durée de protection (semaines)
Feline Parvovirus FPV	9,5	8-14
FeLV	15	6-8
Herpès-virus FHV	18,5	6-8
Calicivirus FCV	15	9-14
Coronavirus FCoV	7	4-6
Lyssavirus de la rage	?	13
<i>Chlamydomphila felis</i>	?	8-12

Ainsi, dans l'hypothèse où la prise colostrale a été correcte et où le calendrier vaccinal de la mère a été respecté, le chaton de 30 à 45 jours se trouve encore protégé contre les principales maladies : panleucopénie, leucose, herpès-virose, calicivirose, rage et chlamydie (Tableau 82).

4. Conséquences sur la vaccination et calendrier vaccinal

A cet âge-là, les chatons ayant ingéré le colostrum de leur mère vaccinée sont protégés tant que les anticorps maternels persistent. Ces derniers protègent le chaton contre l'agent infectieux mais provoquent encore des interférences vaccinales durant 6 à 16 semaines après la naissance. En effet, ils induisent une neutralisation des antigènes vaccinaux et inhibent donc le développement de la réponse immunitaire. Les vaccinations ne sont donc pas efficaces tant que les taux d'anticorps maternels sont élevés. La vaccination devrait être effectuée lorsque ces taux sont proches du seuil d'interférence vaccinale. Cependant, l'absence de vaccination laisserait le chaton sans protection pendant la période de transition entre immunité passive et compétence immunitaire, période qui varie en fonction du statut immunitaire de la mère et du taux d'anticorps nécessaire à la neutralisation de l'agent infectieux (Bergues et Bertagnoli, 2003).

Ainsi, il est recommandé de commencer un protocole de vaccination à partir de six semaines en milieu exposé. Les injections peuvent alors être renouvelées toutes les deux à trois semaines jusqu'à l'âge de douze semaines.

VI. Le chaton de 45 à 60 jours

A. Croissance

- Calcul du poids idéal grâce au gain moyen quotidien :

La croissance d'un individu est reflétée par son gain moyen quotidien, exprimé en grammes par jour. Il est calculé comme suit :

$$GMQ_{Ja-Jb} = (P_{Jb} - P_{Ja}) / (a - b)$$

Cet indice peut être exprimé en pourcentage du poids au jour a (J_a). Il est important de s'assurer qu'il a des valeurs positives. Le poids du chaton de 45 à 60 jours ne doit en effet pas stagner plus de 24 heures et doit augmenter chaque jour (Hoskins, 1990).

- Courbe de croissance :

La littérature fournit des objectifs de croissance. Gast a réalisé une courbe de croissance grâce au suivi de 370 chatons en bonne santé (Figure 5), nous permettant de visualiser l'allure de celle-ci entre 30 et 45 jours de vie. Néanmoins, la croissance du chaton entre 45 et 60 jours de vie varie en fonction du sexe, de la taille de la portée, du poids de naissance (Gast, 2011). Selon Dubos, le chaton mâle pèse en moyenne 625 g à 6 semaines et 1 kg à 8 semaines, tandis que le chaton femelle pèse en moyenne 534 g à 6 semaines et 950 g à 8 semaines. Par ailleurs, le poids à la naissance aurait un effet à long terme : un chaton léger à la naissance ne rattraperait son retard qu'à 8 semaines d'âge (Dubos, 1997).

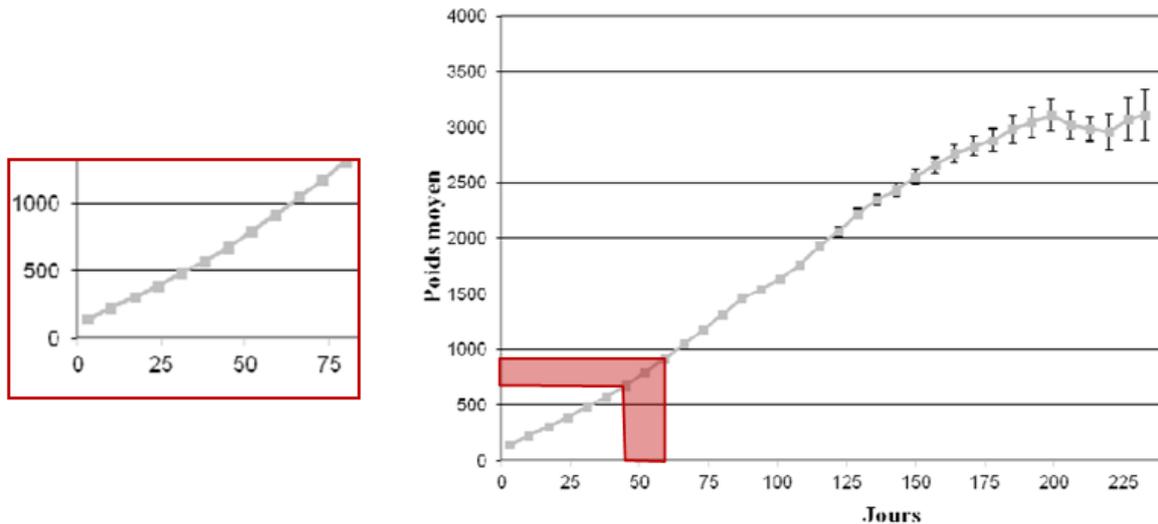


Figure 5 : Poids moyen (avec IC 95 %) (en grammes) des chatons en bonne santé au cours de la croissance et grossissement sur la période entre 45 et 60 jours de vie (Gast, 2011).

B. Appareil cardio-vasculaire

1. Anatomie cardio-vasculaire

Le ratio des masses des ventricules droit et gauche d'un chat adulte est atteint : il est de 1/3, le ventricule gauche étant trois fois plus lourd que le droit. La croissance des deux ventricules est ensuite symétrique (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Le foramen ovale est fermé de façon fonctionnelle, il est susceptible de se rouvrir sous l'effet d'une modification du taux d'oxygène dans le sang ou de l'équilibre acido-basique, lors d'une infection respiratoire par exemple (Voltaire, 2002). La date de sa fermeture définitive n'est pas citée dans la littérature.

2. Fonction cardiaque

a. Auscultation

i. *Fréquence et rythme cardiaques*

L'auscultation du cœur est difficile du fait de la taille du thorax et de la fréquence de battements élevée. Elle doit se réaliser à gauche, au niveau de l'apex cardiaque, entre le cinquième et le sixième espace intercostal, dans le tiers ventral du thorax. L'usage d'un stéthoscope pédiatrique est conseillé (Root Kustritz, 2011).

La fréquence cardiaque normale d'un chaton de 45 jours à 2 mois est en moyenne de 208 battements par minute (bpm) (Lourenço et Ferreira, 2003).

A 8 semaines, l'absence d'arythmie sinusale respiratoire doit être considérée comme pathologique chez le chaton (contrairement au chiot) (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

ii. Souffles physiologiques

Les souffles cardiaques de grades 1/6 à 3/6 entendus chez les chatons de 45 jours à 2 mois sont le plus souvent causés par le flux sanguin aortique ou pulmonaire rapide ou bien des délais variables de fermeture des shunts intracardiaques ou entre le cœur et les grands vaisseaux. Ils peuvent persister jusqu'à 4 mois (Root Kustritz, 2011). Les souffles de grades 4/6 à 6/6 sont généralement dus à des malformations cardiaques congénitales. Les plus fréquentes chez le chat sont la dysplasie de la valve tricuspide et l'aplasie du septum ventriculaire (Root Kustritz, 2011).

b. Electrocardiogramme

L'électrocardiographie (ECG) permet de détecter des arythmies ou des défauts de conductions. Entre 45 jours et 2 mois, les durées et profils des ondes P, Q, R, S et T sont semblables à ceux de l'adulte (Lourenço et Ferreira, 2003).

c. Pression artérielle

La pression artérielle du chaton de 45 jours à 2 mois est d'environ 50 mmHg. Elle augmente à partir de 6 semaines pour atteindre les valeurs de l'adulte au bout de plusieurs mois (120 à 160 mmHg). Ces faibles valeurs sont dues aux parois musculaires artérielles immatures et à une faible résistance artérielle périphérique. A cet âge-là, l'analyse des variations de la pression sanguine ne permet pas de diagnostiquer un choc hypovolémique (Giry, 2002).

d. Adaptabilité cardiaque

Le chaton de 45 jours à 2 mois présente un débit cardiaque, un volume plasmatique, une pression veineuse centrale et une post-charge plus élevés que chez l'adulte (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). Au contraire, la pression artérielle moyenne, le volume d'éjection systolique, la résistance vasculaire périphérique et la précharge sont plus faibles (McIntosh Bright et Holmberg, 1990). La masse myocardique contractile et la compliance ventriculaire

(capacité des ventricules à se dilater) sont également plus faibles. Ainsi, la réserve cardiaque est faible et le volume d'éjection systolique ne varie pas (Giry, 2002). Le débit cardiaque du chaton ($DC = VES \times FC$ avec DC : Débit cardiaque (L/min) ; VES : Volume d'éjection systolique (L) ; FC : Fréquence cardiaque (bpm)) ne dépend donc que de la fréquence cardiaque (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

Ainsi, le cœur du chaton a une très faible capacité d'adaptation en fonction des évènements (repos/exercice). De plus, le contrôle nerveux de la fréquence cardiaque est mauvais chez le chaton de 45 jours à 2 mois. Leur myocarde est moins dense en fibres sympathiques. Le système nerveux autonome cardiaque ne sera complètement mature qu'après 8 semaines. Jusque là, le cœur du chaton est incapable notamment de répondre à une hypovolémie par une tachycardie. Ainsi, le chaton est sensible aux pertes sanguines, même peu importantes (5-10 mL/kg). Ceci est à prendre en compte lors de prélèvements sanguins notamment (ils ne doivent pas excéder 0.5 mL maximum pour 100 g de poids) (McIntosh Bright et Holmberg, 1990).

C. Appareil respiratoire

1. Anatomique et physiologie de l'appareil respiratoire

Les poumons poursuivent leur maturation entre 45 et 60 jours (Root Kustritz, 2011). Les voies respiratoires et la cage thoracique se rigidifient, et l'effort respiratoire nécessaire diminue (Giry, 2002). Ce n'est qu'à la puberté que les poumons du chaton auront des capacités semblables à l'adulte.

Les besoins en oxygène du chaton de 45 à 60 jours diminuent pour se rapprocher de ceux de l'adulte (Voldoire, 2002). La fréquence respiratoire ralentit pour atteindre celle d'un chat adulte aux alentours de 15 semaines d'âge (Gauclère, 1993). Le chaton présente une amplitude respiratoire et une réserve pulmonaire plus faibles que l'adulte (Moon et al., 2001 ; Root Kustritz, 2011).

Le chaton nouveau-né fournit encore un effort respiratoire supérieur, alors que sa résistance à la fatigue musculaire est réduite par rapport à l'adulte (Moon et al., 2001). Tout ceci doit être pris en compte lors de l'examen clinique de la fonction respiratoire.

2. Réponse physiologique face à l'hypoxie

Le chaton entre 45 jours à 2 mois présente une réponse à l'hypoxie semblable à celle de l'adulte (Moon et al., 2001).

Le signe caractéristique d'affection respiratoire chez le chaton est la dyspnée ou détresse respiratoire. La détresse respiratoire se manifeste par une fréquence, des efforts et/ou des bruits respiratoires augmentés, une intolérance à l'effort ou un collapsus pulmonaire aigu (Root Kustritz, 2011). L'halètement est un signe de température augmentée normal chez le chien. Chez le chaton, il est dans la majorité des cas associé à une détresse respiratoire significative. La respiration bouche ouverte est, elle, considérée comme pathologique chez le chiot et le chaton (Root Kustritz, 2011).

D. Appareil digestif

1. Les dents

A 45 jours, le chaton possède normalement déjà une grande partie de sa dentition déciduale : incisives (101/102/103, 201/202/203, 301/302/303 et 401/402/403), canines (104, 204, 304 et 404) et prémolaires PM3 et PM4 (107/108, 207/208, 307/308 et 407/408). A environ 8 semaines d'âge, les prémolaires PM2 déciduales (106/206) font leur éruption sur la mâchoire supérieure. A l'âge de 2 mois, le chaton possède généralement toutes ses dents déciduales.

La formule dentaire de la dentition déciduale est la suivante :

$$2(I\ 3/3 ; C\ 1/1 ; PM\ 3/2) = 26 \text{ (Hoskins, 1990).}$$

Les prémolaires PM2 ne sont présentes que sur la mâchoire supérieure chez le chat. Il ne possède pas de prémolaire PM1 dans sa dentition déciduale, ni dans sa dentition permanente. Il ne possède de molaire M1 que dans sa dentition permanente (Hoskins, 1990).

Les dents permanentes remplaceront les déciduales entre 3 et 6 mois, en commençant par les incisives 1 et 2. A 6 mois, le chat possède généralement toute sa dentition permanente (Hoskins, 1990).

2. Le tube digestif

La quantité de suc gastrique et d'enzymes digestives sécrétés par l'estomac tend à diminuer avec l'âge (proportionnellement au poids corporel). L'activité de la pepsine augmente (Zabielski et al., 1999).

3. Le pancréas

Une grande partie des enzymes pancréatiques est active. La quantité de suc pancréatique sécrété augmente avec l'âge (Zabielski et al., 1999). Le pancréas est capable de produire autant d'enzymes digestives et d'agents antibactériens que l'adulte (Peterson et Kutzler, 2011).

4. La flore bactérienne du tube digestif

A 45 jours, la nature des bactéries de la flore digestive du chaton est semblable à celle de l'adulte (Smith, 1965).

Le chaton finalise son sevrage et son régime alimentaire devient carnivore. Ces changements modifient la composition de la microflore digestive (Zabielski et al., 1999).

5. Digestion

a. Digestion des protéines

Entre J45 et J60, le sevrage du chaton se poursuit et s'achève. Le lait est à présent exclu ou presque du régime du chaton. L'aliment solide est dominant. Dans l'estomac, l'activité de la pepsine augmente parallèlement à la diminution progressive du pH stomacal (Reece, 1997).

b. Digestion des glucides

Pendant cette période, le sevrage du chaton s'achève. La prise de lait devient peu significative face à l'alimentation solide (Wolter, 2011).

Les glucides apportés par l'alimentation solide sont pris en charge par des enzymes de l'intestin grêle telles que l'amylase, la maltase, la saccharase et la lactase. L'activité de la lactase diminue pour devenir inactive aux alentours de 2 mois. A 45 jours, la digestibilité de l'amidon cuit est de 78.5 %, elle est de 80.4 % à 2 mois (Wolter, 2011).

c. Digestion des lipides

Le régime du chaton accueille progressivement l'alimentation solide. La lipase pancréatique permet la digestion intestinale des lipides. L'efficacité de la digestion des lipides augmente jusqu'à environ 6 mois (Harper et Turner, 2000).

6. Paramètres biochimiques de la fonction hépatique

Les concentrations sanguines en alanine-aminotransférase (ALAT), aspartate-aminotransférase (ASAT), phosphatase alcalines et bilirubine totale sont présentées dans le Tableau 83.

Tableau 83 : Moyennes des paramètres biochimiques de la fonction hépatique chez le chaton à 2 mois d'âge (Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois	Adulte
Bilirubine totale (mg/L)	0-0,1	0-2,4
PAL (UI/L)	60-161	13-116
ASAT (UI/L)	14-40	10-35
ALAT (UI/L)	12-56	20-85

E. Appareil urinaire

1. Fonction émonctoire du rein

a. Filtration glomérulaire et réabsorption tubulaire

Entre 45 jours et 2 mois d'âge, la néphrogenèse est achevée et la fonction tubulaire est efficace. La fonction rénale termine son développement (Fettman et Allen, 1991).

Le débit de filtration glomérulaire à cette période continue d'augmenter pour atteindre celui de l'adulte à l'âge de 9 semaines (Fettman et Allen, 1991).

La réabsorption tubulaire est mature entre 8 et 12 semaines. La sécrétion tubulaire est pleinement efficace entre 4 et 8 semaines (Fettman et Allen, 1991). Ainsi, le chaton acquiert la capacité à concentrer ses urines autant que le fait l'adulte (Little, 2011). Son ratio protéines

sur créatinine urinaire (RPCU) est semblable à celui de l'adulte. De plus, la clairance rénale de la créatinine du chaton jusqu'à 2 mois est d'environ 1,39 à 3,59 mL/min/kg, contre 3,80 à 4,74 mL/min/kg chez le chaton de 9 à 19 semaines (Dial, 1992).

b. Conséquences sur l'utilisation de médicaments en pratique

L'immaturation rénale est à prendre en compte lors de l'administration de médicaments excrétés ou métabolisés par les reins. En effet, leur clairance rénale est diminuée jusqu'à 8 semaines d'âge, ce qui peut induire des effets secondaires indésirables comme une néphrotoxicité ou une augmentation de leur durée d'action. C'est le cas notamment de la kétamine et de certains antibiotiques (céphalosporines, pénicillines, tétracyclines, triméthoprimes-sulfates) (Dial, 1992). L'antibiotique de choix cité par les auteurs est généralement le ceftiofur (2,5 mg/kg par voie sous-cutanée toutes les 12 heures pendant un maximum de 5 jours). L'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens chez le chaton de moins de 2 mois est déconseillée du fait de leur toxicité rénale accrue chez ce sujet (Grundy, 2006).

c. Paramètres biochimiques de la fonction rénale

i. La créatininémie

La créatininémie est plus faible qu'à l'âge adulte : 0,6 à 1,2 mg/dL de sang chez un chaton de 2 mois en bonne santé. Ceci peut en partie être expliqué par une masse musculaire proportionnellement plus faible (Tableau 84).

Tableau 84 : Créatininémie du chaton entre 45 jours et 2 mois de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	2 mois	7 à 12 semaines	Adulte
Créatinine (mg/dL)	0,6-1,2	0,4-1,0	6,8-19

ii. L'urémie

L'urémie chez le chaton dépend de l'alimentation et de la durée du jeûne (temps écoulé entre le dernier repas et le prélèvement sanguin). En moyenne, sa valeur est comprise entre 1,6 et 3,3 mg/dL de sang chez le chaton de 2 mois en bonne santé (Tableau 85).

Tableau 85 : Urémie du chaton entre 45 jours et 2 mois de vie (Giry, 2002 ; Levy et al., 2006) et du chat adulte (Hébert, 2005).

	2 mois	7 à 12 semaines	Adulte
Urée (mg/dL)	1,6-3,3	0,53-0,81	8,7-31

2. Régulation hydrique et conséquences en pratique

Les besoins hydriques du chaton de moins de 2 mois sont estimés à 120 à 180 mL par kg de poids corporel, donc plus importants que l'adulte (50 à 100 mL/kg). Ceci est dû à une plus forte teneur en eau dans son organisme (80 % contre 60 % pour le chat adulte), un rapport surface sur poids corporel plus important (donc des pertes par déshydratation supérieures), un métabolisme plus rapide et une masse grasseuse plus faible.

Cependant, le chaton de 45 jours à 2 mois acquiert progressivement une résistance face à la déshydratation, mais reste sensible à toute modification du volume liquidien extracellulaire (notamment lors de diarrhée, de vomissements ou d'un jeûne) (Fettman et Allen, 1991). D'un point de vue clinique, le test du pli de peau est à présent significatif, et rejoint l'humidité des muqueuses pour renseigner le vétérinaire sur l'état d'hydratation du chaton.

3. Miction

Le chaton régule à présent lui-même sa miction (Fettman et Allen, 1991). Le chaton de 7 à 12 semaines produit environ 32 mL d'urine par kilogramme de poids corporel. L'urine du chaton doit être claire et incolore. Une urine foncée est un signe de déshydratation (Moon et al., 2001).

F. Comportement

1. Comportement alimentaire

Les chatons chassent et tuent les proies ramenées par leur mère dans le nid (Case, 2011).

Durant cette période, la mère prolonge les moments hors du nid et refuse de plus en plus la tétée à ses chatons. C'est le sevrage, processus lent et progressif, qui aboutit à la complète indépendance alimentaire du chaton vers 8 à 10 semaines. Dans la nature, le chaton reste souvent encore quelques semaines avec sa mère, en fonction de la quantité de nourriture disponible et du nombre de chats dans le voisinage (Case, 2011).

2. Sommeil

A ce stade, le sommeil profond adopte les caractéristiques de l'adulte (activité cérébrale lente, respiration régulière, mouvements des yeux lents et tonus musculaire modéré) (Hoppenbrouwers et Sterman, 1975). A 6 semaines d'âge, une respiration régulière est présente pendant 60 % du temps de sommeil profond, le tonus musculaire est moyen pendant 50 % du temps et les mouvements rapides des yeux pendant seulement 3 % du temps (Hoppenbrouwers et Sterman, 1975). De plus, le sommeil solitaire est plus fréquent que le sommeil de groupe à cette période. A deux mois, le chaton dort autant que le chat adulte : entre 12 et 15 heures par jour selon Gaucière (1993), entre 9 et 12 heures par jour selon Beaver (1992).

3. Comportement de jeu et prédation

Le jeu a plusieurs intérêts. Il permet un entraînement physique musculaire mais aussi l'amélioration de la coordination et de l'équilibre. De plus, le jeu assure l'exploration de l'environnement et développe les contacts sociaux entre congénères. On distingue différents types de jeux : jeux sociaux (incluent au moins un autre chat), jeux avec des objets, jeux de prédation.

a. Jeux avec les objets

A cette période, le jeu avec des objets est présent chez les chatons, se développant en même temps que la coordination musculaire.

b. Jeux sociaux

Les positions propres à la chasse (position aplatie, cambrure de l'arrière train, préparation du saut) sont maîtrisées. La lutte entre congénères est observée à cette période. Vers 48 jours, le chaton commence à grimper sur les supports lors de courses-poursuites. Le saut est maîtrisé (Beaver, 1992).

Les jeux sociaux sont majoritaires à cette période. Ils sont caractérisés par huit comportements bien définis (Beaver, 1992) :

- Le « belly-up » : le chaton se met sur le dos et montre son ventre tout en jouant avec les pattes et la bouche. A 6 semaines, ce comportement occupe 13 % des jeux sociaux en moyenne et continue de prendre de l'importance ensuite.
- Le « stand-up » : le chaton est assis et joue avec ses membres antérieurs avec un congénère qui se trouve, lui, sur le dos.
- Le « side-step » : le chaton se déplace de profil autour d'un autre, avec une position arquée et la tête tournée vers lui. Ce jeu occupe à 6 semaines 42 % du temps de jeu, puis son importance diminue progressivement.
- Le « vertical stance » : le chaton se positionne debout sur ses membres postérieurs en position bipède. Ce comportement n'occupe qu'une petite partie du jeu. Son importance augmente jusqu'à occuper 25 % du temps de jeu à 3 mois.
- Le comportement de chasse ou course est présent.
- Le « horizontal leap » : le chaton adopte la posture du side-step puis saute sur le côté. Cette posture apparaît vers 45 jours en moyenne.
- Le « face-off » : deux chatons assis se font face, se regardent et se penchent l'un vers l'autre, puis dirigent des coups de patte vers la face de l'autre (Beaver, 1992).

c. Jeux de prédation

La prédation est présente à cette période. Ni la présence de la mère ni sa capacité à chasser ne sont essentielles au développement d'une séquence de prédation normale chez le chaton. Toutefois, la présence de la mère permet d'améliorer la manipulation, la reconnaissance des proies, et l'intérêt envers les proies (Case, 2011).

4. Communication verbale

Le grognement est présent dès la naissance mais disparaît avec l'âge, sauf très occasionnellement chez les adultes. Le ronronnement est présent lors de l'allaitement. Il est également utilisé comme signe de bienvenue sous forme d'une seule inspiration en ronronnant à partir de 3 semaines. Le chaton reconnaît les voix familières mais n'agit pas encore en fonction de leur signification (Beaver, 1992).

G. Système neurologique

L'ensemble des méthodes d'évaluation des fonctions neurologiques du chaton sont décrites en annexe (ANNEXE 2).

1. Capacités sensorielles

a. Vision

Le chaton est capable de s'orienter grâce à sa vision. Les liquides optiques sont totalement transparents et le fond d'œil est parfaitement visible (Villablanca et Olmstead, 1979). La vision en 3 dimensions est mise place et s'affine progressivement (Bradshaw et al., 2012). La coordination entre les yeux et les membres se développent entre 35 et 42 jours de vie (Bradshaw et al., 2012).

b. Audition

Les pavillons auriculaires ont à présent leur configuration définitive (Olmstead et Villablanca, 1980). Le chaton distingue clairement les différentes vocalisations. Sa réponse est adaptée en fonction de la nature du stimulus auditif. Par exemple, il est attiré par celles provenant de sa mère ou de ses frères et sœurs, tandis qu'il s'éloigne oreilles baissées de celles provenant de chats mâles (Olmstead et Villablanca, 1980 ; Bradshaw et al., 2012). Le chaton localise avec précision la provenance des sons (Olmstead et Villablanca, 1980).

Ainsi, il est à présent capable d'orienter précisément ses pavillons auriculaires dans la direction du son, et de réagir en fonction de la nature de celui-ci.

c. Olfaction

L'olfaction est présente et s'affine progressivement (Beaver, 1980).

L'olfaction voméro-nasale est la faculté de l'organe voméro-nasal à détecter des phéromones. Il est caractérisé par le signe du flehmen. Celui-ci apparaît vers 5 semaines et est totalement installé à 7 semaines (Kolb et Nonneman, 1975).

d. Goût et toucher

Le goût et le toucher sont présents (Bradshaw et al., 2012).

e. Thermorégulation

A l'âge de 2 mois, la température rectale du chaton est comprise entre 37,8 et 39 °C. La thermorégulation est fonctionnelle (Olmstead et al., 1979).

2. Réactions posturales

Ce sont des actions volontaires déclenchées qui nécessitent une coordination entre le système sensoriel, la moelle spinale et les motoneurones centraux et périphériques. Leur évaluation permet d'apprécier la symétrie de développement des fonctions neurologiques chez le chaton. Leur maturation chez le chaton de 2 mois est présentée dans le Tableau 86.

Tableau 86 : Bilan des réactions posturales chez le chaton de 2 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Sechzer et al., 1984 ; Hoskins, 1990). *M* = réaction mature ; *I* = réaction immature ou en cours de maturation ; *A* = réaction absente.

Placer proprioceptif	M
Placer tactile	I/M (M entre J45 et J79)
Sautillement	M
Placer du menton	M
Placer visuel	M
Hémilocomotion	M
Réaction de soutien du corps	M

3. Réflexes moteurs

Il s'agit de réactions involontaires déclenchées artificiellement. Un réflexe diminué (hyporéflexie) ou absent (aréflexie) indique une anomalie des fibres sensibles segmentaires et/ou des motoneurones périphériques. Un réflexe augmenté (hyperréflexie) peut montrer une anomalie au niveau des motoneurones centraux. L'évaluation des réflexes sur un chaton est compliquée, de part une hétérogénéité dans leur développement et une difficulté de mise en évidence (Hoskins, 1990). Leur présence ou non chez le chaton de 2 mois est présentée dans le Tableau 87.

Tableau 87 : Bilan des réflexes moteurs chez le chaton de 2 mois d'âge (Hoskins, 1990). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe patellaire	P
Réflexe de l'extenseur radial du carpe	P
Réflexe de flexion	P
Réflexe d'extension croisée	A
Réflexes toniques du cou	A

4. Réflexes liés à une stimulation tactile

Les réflexes tactiles sont à l'origine des premières interactions du chaton avec sa mère. Leur présence ou non chez le chaton de 2 mois est présentée dans le Tableau 88.

Tableau 88 : Bilan des réflexes liés à une stimulation tactile chez le chaton de 2 mois d'âge (DeGroat et al., 1975 ; Beaver, 1980 ; Gagnon, 2012 ; Bradshaw et al., 2012). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe de tétée	A
Réflexe de frouissement	A
Réflexe d'immobilisation	P
Réflexe périnéal	A
Réflexe auriculo-naso-céphalique	A
Réflexe de Galant	A

5. Réflexes liés à la vision

Le réflexe palpébral, les réflexes de clignement à la menace et à la lumière, le réflexe pupillaire et le réflexe cornéen sont présents et matures (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). Un bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 2 mois est présenté dans le Tableau 89.

Tableau 89 : Bilan des réflexes liés à la vision chez le chaton de 2 mois d'âge (Villablanca et Olmstead, 1979 ; Beaver, 1980). *P = réflexe présent ; A = réflexe absent.*

Réflexe palpébral	P
Réflexe pupillaire	P
Réflexe de clignement à la lumière	P
Réflexe de clignement à la menace	P
Réflexe cornéen	P

6. Locomotion

Le chaton est capable de marcher, courir, sauter, tourner presque comme un adulte. Ses capacités motrices plus complexes sont totalement présentes aux alentours de 10-11 semaines (Sechzer et al., 1984).

H. Sang

1. Volume sanguin

Le volume sanguin total du chaton est de 5 à 10 mL/100 g de poids corporel, équivalent à celui du chat adulte (Von Dehn, 2014).

2. Système hématopoïétique

a. La lignée rouge

Les hématies du chaton de 45 jours à 2 mois sont semblables à celles de l'adulte. Elles présentent une durée de vie d'environ 85 à 90 jours (Gauclère, 1993). La structure de

l'hémoglobine est identique à celle de l'adulte et possède une affinité semblable au dioxygène (Wellman, 2010).

Les paramètres sanguins relatifs aux hématies chez le chaton entre 45 jours et 2 mois (hématocrite, hémoglobinémie, VGM, CCMH, TCMH et nombre d'hématies) sont reportés dans le Tableau 90. Ils évoluent pour atteindre des valeurs similaires à celles d'un chat adulte entre 2 et 6 mois (Von Dehn, 2014).

Tableau 90 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée rouge chez le chaton de 6 à 8 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez l'adulte (Hébert, 2010). *VGM* : volume globulaire moyen ; *CCMH* : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; *TCMH* : teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine.

	6 à 8 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Hématocrite (%)	29,8 ± 1,3	24-45
Hématies (10 ¹² /L)	6,57 ± 0,26	5,0-10,0
Hémoglobine (g/dL)	9,1 ± 0,3	8,0 -15,0
VGM (fL)	45,6 ± 1,0	39-50
CCMH (%)	30,9 ± 0,5	32-36
TCMH (pg)	13,9 ± 0,3	13-17

b. La lignée blanche

Les concentrations sanguines en polynucléaires neutrophiles et en lymphocytes continuent d'augmenter au-dessus des valeurs de l'adulte entre 45 jours et 2 mois d'âge. L'augmentation significative du nombre de leucocytes observée entre 8 et 9 semaines peut être attribuée au début de la vaccination. Les concentrations sanguines en polynucléaires éosinophiles restent supérieures à celles de l'adulte (sans doute en raison de la forte pression parasitaire) (Tableau 91).

Tableau 91 : Valeurs hématologiques moyennes de la lignée blanche chez le chaton de 6 à 8 semaines en bonne santé (Grundy, 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	6 à 8 semaines (moyenne ± écart-type)	Adulte (intervalle de référence)
Leucocytes ($10^9/L$)	18,07 ± 1,94	5,5-15,4
Neutrophiles non segmentés ($10^9/L$)	0,22 ± 0,08	18,6-40
Neutrophiles segmentés ($10^9/L$)	6,75 ± 1,03	2,0-22,3
Lymphocytes ($10^9/L$)	9,59 ± 1,57	1,5-7,0
Monocytes ($10^9/L$)	0,01 ± 0,01	0,0-0,85
Eosinophiles ($10^9/L$)	1,08 ± 0,20	0,0-0,75
Basophiles ($10^9/L$)	0,02 ± 0,02	0,0-0,2

c. Les protéines plasmatiques

i. Albumine

Entre 45 jours et 2 mois post-partum, le chaton possède une concentration en albumine plasmatique sensiblement inférieure à celle retrouvée à l'âge adulte (Tableau 92).

Tableau 92 : Concentration sanguine en albumine chez le chaton à 2 mois d'âge (Von Dehn, 2014 ; Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Albumine (g/L)	24-30	24-35

ii. Protéines totales

La concentration en protéines totales est plus faible qu'à l'âge adulte (Tableau 93). Le foie, encore immature, est incapable de compenser l'expansion rapide du volume plasmatique post-natale en produisant suffisamment de protéines. Cependant, elle augmente pour atteindre les valeurs de l'adulte à environ 4 à 5 mois (Hoskins, 1990).

Tableau 93 : Concentration sanguine en protéines totales chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006 ; Von Dehn, 2014) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Protéines totales (g/L)	48-65	53-85

3. Les minéraux : calcium et phosphore

Ces deux minéraux sont présents en grande quantité dans le sang du chaton de 45 jours à 2 mois (Tableau 94).

Tableau 94 : Concentrations sanguines en calcium et en phosphore chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006), entre 7 et 12 semaines (Moon et al., 2001) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois (intervalle de référence)	7 à 12 semaines (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Calcium (mmol/L)	2,5-2,9	2,2-2,8	2,1-2,9
Phosphore (mmol/L)	2,5-3,8	1,5-2,6	1,2 -3,0

4. Glucose

Sa valeur chez le chaton de 45 jours à 2 mois est reportée dans le Tableau 95.

Tableau 95 : Concentration sanguine en glucose chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Glucose (mmol/L)	5,2-7,9	2,6-8,4

5. Cholestérol et triglycérides

La cholestérolémie et la triglycéridémie sont régies par la production hépatique de cholestérol et par l'absorption intestinale de lipides. Le chaton nouveau-né présente une fonction hépatique immature. Son régime alimentaire change progressivement entre 45 jours

et 2 mois. Ainsi, elles diminuent pour se rapprocher de l'intervalle de référence de l'adulte (Gorman, 2011), mais elles restent encore sensiblement supérieures (Tableau 96).

Tableau 96 : Concentrations sanguines en cholestérol et en triglycérides chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
Cholestérol (mmol/L)	3,2-5,7	2,0-3,4
Triglycérides (mmol/L)	0,18-1,9	0,57-1,1

6. La créatinine kinase

La CK (Créatinine Kinase) est une enzyme qui signe une détérioration cellulaire du myocarde ou une rhabdomyolyse. Sa valeur à la naissance est très élevée par rapport aux valeurs de l'adulte, du fait du traumatisme subit au moment de la mise-bas par le chaton (Tableau 97).

Tableau 97 : Concentration sanguine en créatinine kinase chez le chaton à 2 mois d'âge (Levy et al., 2006) et chez le chat adulte (Hébert, 2010).

	2 mois (intervalle de référence)	Adulte (intervalle de référence)
CK (UI/L)	102-1512	0-820

7. Paramètres hépatiques

Voir Système digestif.

8. Paramètres rénaux

Voir Système urinaire.

I. Système immunitaire

1. Organes hématopoïétiques

Entre 45 et 60 jours de vie, la rate n'a plus de fonction hématopoïétique mais exerce une fonction érythroclastique de destruction des hématies vieillissantes. Toutefois, le potentiel hématopoïétique du foie et de la rate pourra se réactiver en cas de besoin. L'hématopoïèse a lieu dans la moelle osseuse. Le thymus, siège de la différenciation et maturation des lymphocytes T, atteint son poids relatif maximal entre 1 et 2 mois (Chabanne, 2006).

2. Réponse immunitaire

Entre 45 et 60 jours de vie, le système immunitaire du chaton construit progressivement son répertoire de cellules mémoires, en fonction des contacts avec son environnement et ses congénères.

Sa réponse immunitaire est semblable à celle d'un chat adulte. Les réponses secondaires apparaissent avec l'immunité mémoire et les éléments de l'immunité spécifique se multiplient (leucocytes, enzymes, facteurs du complément). Concernant cette dernière, les lymphocytes B, assurant l'immunité à médiation humorale, se développent dans la moelle osseuse. Ils sont ensuite distribués dans les tissus lymphoïdes secondaires, et notamment les nœuds lymphatiques et la rate. La prolifération de lymphocytes T, assurant l'immunité à médiation cellulaire, augmente entre J45 et J60 (Person, 2003).

3. Anticorps d'origine maternelle

Entre 45 et 60 jours de vie, les concentrations en anticorps d'origine maternelle sont faibles.

L'immunité passive locale est constituée jusqu'au sevrage par les IgA contenues dans le lait (Gauclère, 1993). Le régime alimentaire du chaton est en cours de changement, abandonnant progressivement le lait et donc la protection digestive locale d'origine maternelle.

Le chaton est dans une période critique concernant sa protection contre les principaux agents pathogènes. En effet, la protection humorale d'origine maternelle n'est plus active contre certains d'entre eux (Tableau 98).

Tableau 98 : Demi-vie des immunoglobulines G maternelles chez les chatons nouveau-nés et durée de protection moyenne contre les principales maladies (Gauclère, 1993). *NB : la durée de protection n'est qu'indicative, elle dépend du statut vaccinal de la mère.*

Agent pathogène	Demi-vie des IgG (jours)	Durée de protection (semaines)
Feline Parvovirus FPV	9,5	8-14
FeLV	15	6-8
Herpès-virus FHV	18,5	6-8
Calicivirus FCV	15	9-14
Coronavirus FCoV	7	4-6
Lyssavirus de la rage	?	13
<i>Chlamydomphila felis</i>	?	8-12

Ainsi, dans l'hypothèse où la prise colostrale a été correcte et où le calendrier vaccinal de la mère a été respecté, le chaton de 45 à 60 jours se trouve encore protégé contre la panleucopénie, la rage, la chlamydirose et la calicivirose. Il n'est cependant plus protégé contre la leucose, l'herpès-virose et la coronavirose à l'âge de deux mois (Gauclère, 1993).

4. Conséquences sur la vaccination et calendrier vaccinal

A cet âge-là, les chatons ayant ingéré le colostrum de leur mère vaccinée sont protégés uniquement contre certains agents pathogènes. D'une part, les anticorps qui persistent exercent encore une interférence vaccinale. Les vaccinations entre 6 et 8 semaines ne sont donc pas efficaces pour ces agents : parvovirus, calicivirus, virus de la rage, *Chlamydomphila*. D'un autre côté, à cet âge-là, le chaton entre dans une période critique concernant la leucose, l'herpèsvirus et le coronavirus félines. En effet, son taux d'anticorps spécifiques diminue. Cependant, pour que la vaccination soit efficace, il faut que ce dernier passe sous le seuil d'interférence vaccinal. Mais l'absence de vaccination laisserait le chaton sans protection pendant la période de transition. C'est pourquoi il est recommandé de commencer un protocole de vaccination à partir de 6 semaines en milieu exposé. A partir de 8 semaines d'âge, il est conseillé dans tous les cas de vacciner le chaton contre la panleucopénie (P), la calicivirose (C), l'herpès-virose (H), la leucose (FeLV) et la chlamydomphilose (Ch). Un rappel de primovaccination est à prévoir 2 à 4 semaines après (Bergues et Bertagnoli, 2003).

**DEUXIEME PARTIE : MODALITES PRATIQUES DE LA
REALISATION DE L'OUTIL INFORMATIQUE**

Le support de l'outil a été choisi avec pour objectif que celui-ci soit facilement accessible, interactif et attractif. Les informations devaient également pouvoir être mises à jour aisément.

I. Le choix du support et l'hébergement

A. Hébergement

L'outil est hébergé sur le site du centre Neocare (www.neocare.pro), 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'outil est accessible à l'adresse :

<https://www.neocare.pro/le-developpement-du-chaton-de-la-naissance-a-2-mois/>

B. Logiciel de création

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, le système *Wordpress* demande des connaissances en informatique relativement avancées.

II. Les sources utilisées pour l’outil en ligne

A. Sources bibliographiques

La plus longue partie du travail dans la construction de l’outil digital a été de rassembler les informations concernant le chaton de 0 à 2 mois dans ce manuscrit. Les sources utilisées ont été diverses : livres, publications, articles de revues vétérinaires, thèses vétérinaires. Elles ont permis la rédaction de la première partie de cette thèse organisée par systèmes. Les informations ont ensuite été reclassées par période d’âge pour être intégrées à la frise.

B. Sources des illustrations

Les photographies retrouvées sur le site internet ont été réalisées grâce à un appareil photo Canon (EOS 800D). Les sujets photographiés appartiennent à une portée de 4 chatons européens nés en octobre et suivis jusqu’en décembre 2018. Six séances de photographie ont été réalisées afin d’obtenir des clichés pour chaque période post-natale étudiée.

III. Architecture de l’outil en ligne

A. Arborescence générale

Une page d’accueil présente la frise chronologique sur laquelle les différentes périodes sont présentées. Lorsque l’utilisateur clique sur le symbole correspondant à l’une de ces périodes, il accède à la page correspondante sur laquelle les différents systèmes étudiés sont proposés (Figure 6). Enfin, en cliquant sur le système recherché, il accède à une liste de fiches correspondant au système et la période choisies (Figure 7).

B. Les périodes post-natales

Le développement du chaton de 0 à 2 mois a été divisé en 6 périodes dans ce manuscrit et également dans l’outil digital. Cependant, la première partie ne concerne pas une période telle que la définition l’entend. En effet, la naissance est un moment spécifique où un grand nombre d’évènements se déroulent. Une partie lui a donc été dédiée. Les 3 parties suivantes concernent le chaton de la naissance à l’âge de 1 mois. Chacune d’entre elles comprend 10 jours de vie. Lorsque le chaton a entre 1 et 2 mois, deux dernières périodes

comprenant chacune 15 jours ont été décrites. La chronologie a ainsi été organisée en six sections : Naissance, J0 à J10, J10 à J20, J20 à J30, J30 à J45, J45 à J60.

C. Les systèmes

Les systèmes étudiés pour chacune des périodes citées ci-dessus sont les suivants :

- Croissance
- Système cardiovasculaire
- Système respiratoire
- Système digestif
- Système urinaire
- Comportement
- Système neurologique
- Sang
- Système immunitaire.

Chacun d'entre eux est ensuite divisé en sous-parties dans le manuscrit qui apparaissent sous forme de fiches dans l'outil.

D. Les fiches complémentaires

Deux descriptions pratiques sont présentées en annexe de ce manuscrit et en fiches complémentaires de l'outil :

- L'examen clinique du chaton de 0 à 2 mois
- L'examen neurologique du chaton de 0 à 2 mois.

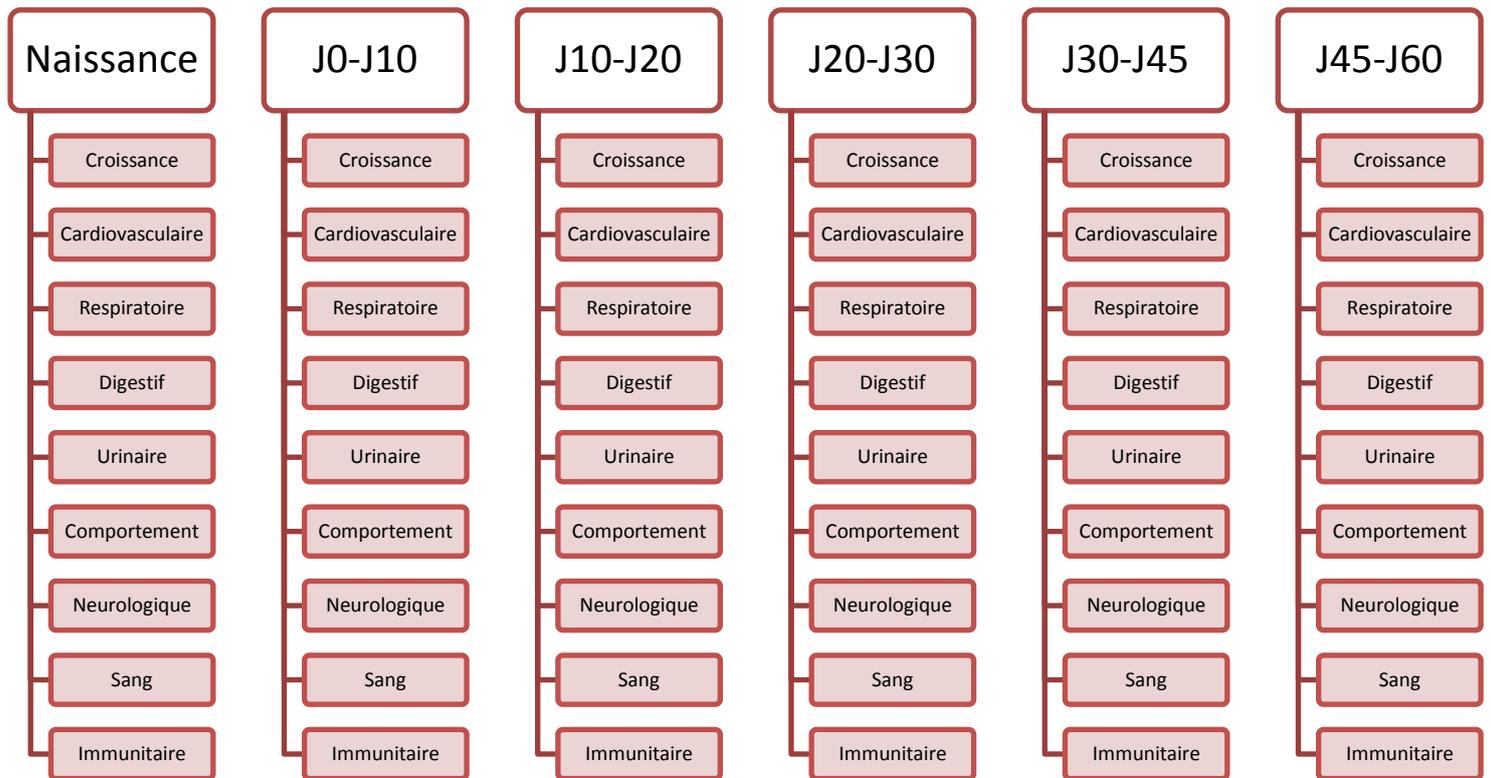


Figure 6 : Première hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les périodes de développement et les systèmes étudiés.

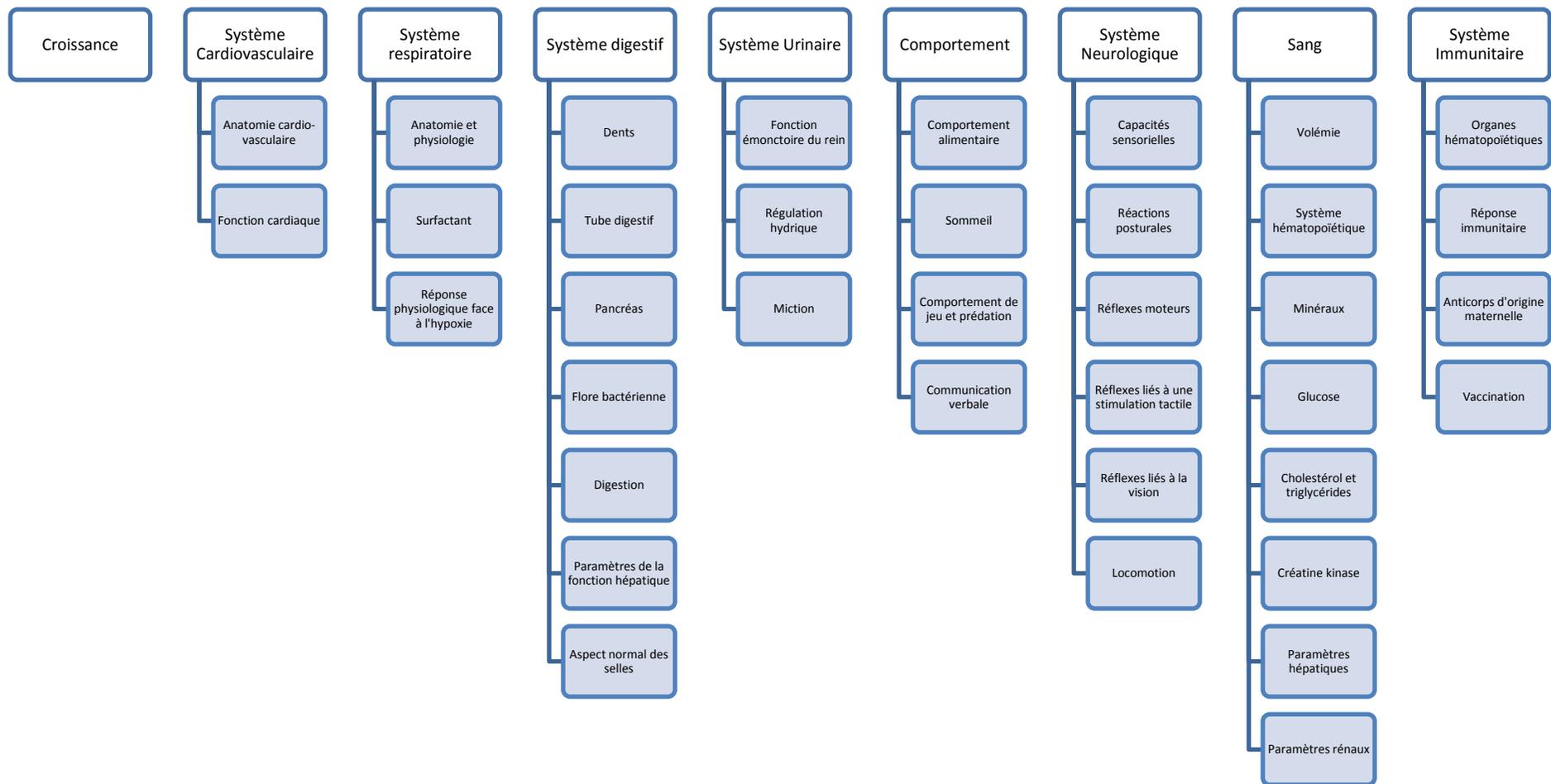


Figure 7 : Deuxième hiérarchisation de l'arborescence de l'outil internet : les systèmes étudiés et les fiches proposées pour chacun.

IV. Objectifs, limites et perspectives de l'outil digital

A. Objectifs et public visé par l'outil

La frise chronologique digitale est destinée aux vétérinaires cliniciens ayant dans leur patientèle des chatons, notamment issus d'élevage mais également nés chez des particuliers. Il a pour objectif de fournir un support d'informations concernant le chaton de 0 à 2 mois en bonne santé. Il permet de pouvoir détecter le physiologique et ainsi de le différencier du pathologique lorsqu'un chaton de cet âge est présenté en consultation. Les informations concernant le chat et plus précisément le chaton dans la littérature sont éparpillées dans un grand nombre de sources. Celles concernant le chaton de 0 à 2 mois sont, de plus, peu nombreuses. Ainsi cet outil a également pour objectif de regrouper les informations disponibles afin d'en faire un « guide » du chaton de 0 à 2 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.

B. Limites de l'outil digital

L'outil créé présente toutefois des limites. Dans un premier temps, les données présentées devront subir une mise à jour fréquente afin de conserver leur pertinence. Ensuite, son contenu est restreint aux données physiologiques. Les informations sur le chaton malade ne sont pas abordées. De plus, certaines parties comme le fonctionnement de la réponse immunitaire du chaton sont abordées de façon superficielle et pourront par la suite faire l'objet d'un approfondissement. Nous sommes partis du principe que seules des informations nécessaires en pratique de la médecine vétérinaire ne seraient abordées. Pour finir, les connaissances de base 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.

Sur un plan technique, l'accès à internet est nécessaire afin d'accéder aux informations.

C. Diffusion de l'outil digital

La publicité de notre outil sera assurée auprès des étudiants de l'ENVT et des vétérinaires praticiens via le site du centre Neocare et les réseaux sociaux.

D. Perspectives d'amélioration de l'outil

Le manuscrit et par conséquent l'outil devront subir des mises à jour fréquentes 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 le développement du dispositif, les diverses affections propres au chaton de 0 à 2 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. Enfin, une thèse en cours de rédaction permettra d'aboutir à un outil similaire sur le chiot de 0 à 2 mois.

CONCLUSION

Ce travail a permis l'élaboration d'un outil pratique consacré au chaton depuis sa naissance jusqu'à l'âge de 2 mois. Il a pour vocation d'aider les vétérinaires dans l'accueil et le soin de cet individu en clinique. Il est proposé sous deux formes : le manuscrit et l'outil digital. Celles-ci sont divisées en périodes de la vie post-natale du chaton entre sa naissance et l'âge de 2 mois. Chacune d'entre elles reprend les grands systèmes de l'organisme du chaton et en aborde les informations importantes et nécessaires au cours d'une consultation et 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.

Les informations concernant le chat et plus précisément le chaton de 0 à 2 mois sont peu nombreuses et 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. Comme le montre un sondage soumis à 35 vétérinaires cliniciens, son utilité au quotidien est estimée comme pertinente par 90 % de ces derniers. Cependant, il devra continuer d'être mis à jour, étoffé et approfondi.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, Sylvie CHASTANT-MAILLARD, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de Louise RIBARD intitulée « Création d'une frise chronologique en ligne portant sur le développement, par grands systèmes, du chaton de 0 à 2 mois, à destination des praticiens vétérinaires » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 07/11/2019
Professeure Sylvie CHASTANT-MAILLARD
Enseignant-chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Pierre SANS



Pour le Directeur et par délégation,
la Directrice de l'Enseignement
et de la Vie Etudiante
Caroline LACROUX

Vu :
Le Président du jury :
Professeur Jean PARRINAUD

Vu et autorisation de l'impression :
Présidente de l'Université Paul Sabatier
Madame Régine ANDRE-OBRECHT



La Présidente de l'Université Paul Sabatier,
par délégation,
Le Vice-Président de la CFVU
Richard GUILLET

Mme Louise RIBARD
a été admis(e) sur concours en : 2014
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 18/07/2018
a validé son année d'approfondissement le : 16/07/2019
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

BIBLIOGRAPHIE

- Beaver B. V., 1980. Sensory development of *Felis catus*. In : *Laboratory Animals*. Vol. 14, n° 3, p. 199–201.
- Beaver B. V., 1992. *Feline behavior: a guide for veterinarians*. Philadelphia : W.B. Saunders. SF446.5 .B38
- Bergues N. et Bertagnoli S., 2003. Aménager en pratique le protocole de vaccination du chiot et du chaton. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*. Hors série Néonatalogie et Pédiatrie du chien et du chat, n° 393, p. 83-87.
- Bishop S., 1999. Chapter I : Embryologic Development : the heart and great vessels. Fox, P., Sisson D. et Moïse N. (éd.), *Textbook of canine and feline cardiology : principles and clinical practice*. 2. ed. Philadelphia : Saunders.
- Bradshaw J., Casey R.A. et Brown S.L., 2012. *The behaviour of the domestic cat*. 2nd edition. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Boston, MA : CABI.
- Casal M. L., Jezyk P.F. et Giger U., 1996. Transfer of colostral antibodies from queens to their kittens. *American Journal of Veterinary Research*. Vol. 57, n° 11, p. 1653-1658.
- Case, L.P., 2011. *Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals*. 3rd ed. Maryland Heights, Mosby.
- Chabanne L., 2006. *Immunologie clinique du chien et du chat*. Paris : Masson. Abrégés Vétérinaires.
- Chandler M. L., 2014. Chapter 1 : Pediatric Normal Blood Values. Bonagura J.D., Twedt D.C. et Kirk R.W. (éd.), *Kirk's current veterinary therapy*. St. Louis, Missouri : Elsevier Saunders. p. 981-984.
- Claus M., Levy J., Macdonald K., Tucker S. et Crawford P., 2006. Immunoglobulin concentrations in feline colostrum and milk, and the requirement of colostrum for passive transfer of immunity to neonatal kittens. *Journal of Feline Medicine & Surgery*. Vol. 8, n° 3, p. 184-191.
- Crawford P.C., Hanel R.M. et Levy J.K., 2003. Evaluation of treatment of colostrum-deprived kittens with equine IgG. *American Journal of Veterinary Research*. août 2003. Vol. 64, n° 8, p. 969-975.
- Crawford P.C., Levy J.K. et Werner L.L., 2006. Evaluation of surrogate markers for passive transfer of immunity in kittens. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 228, n° 7, p. 1038-1041.

Degroat W.C., Douglas J.W., Glass J., Simonds W., Weimer B. et Werner P., 1975. Changes in somato-vesical reflexes during postnatal development in the kitten. *Brain Research*. Vol. 94, n° 1, p. 150-154.

Dial, S. M., 1992. Hematology, chemistry profile, and urinalysis for pediatric patients. *The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*. Vol. 14, n° 2, p. 305-309.

Dubos V., 1997. Croissance et développement du chaton : approche de la croissance pondérale par l'étude de la courbe de poids. Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes.

Fettman M.J. et Allen T.A., 1991. Developmental aspects of fluid and electrolyte metabolism and renal function in neonates. *The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*.

Gagnon A., 2012. Comportement du chat : biologie et clinique. Rueil-Malmaison : Ed. du Point Vétérinaire.

Gast A., 2011. Approche zootechnique de la croissance du chaton : applications en élevage. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

Gauclère B., 1993. Soins et dominantes pathologiques du chaton nouveau-né. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

Giry A., 2002. Anesthésie en pédiatrie des carnivores. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Gorman M., 2011. Chapter 30 : Clinical chemistry of the puppy and kitten. Peterson M.E. et Kutzler M.A. (éd.), *Small animal pediatrics : the first 12 months of life*. Saint. Louis, Saunders/Elsevier. p. 259-275.

Greco D. et Watters J., 1990. Chapter 1 : The physical examination and radiography. Hoskins J.D. *Veterinary pediatrics, dogs and cats from birth to six months*. Philadelphia : WB Saunders. p. 1-18.

Grundy S.A., 2006. Clinically relevant physiology of the neonate. *Veterinary clinics of north america small animal practice*. vol. 36, n° 3, p. 443-459.

Harper, E. et Turner C., 2000. Age-related changes in apparent digestibility in growing kittens. *Reproduction Nutrition Development*. Vol. 40, n° 3, p. 249-260.

Hébert F., 2005. Guide pratique des urgences canines et félines. Paris : Éditions Med'Com.

Hébert F., 2010. Partie I - Chiens et chats. Bulliot C. et Hébert F. (éd.), *Guide pratique de médecine interne chien, chat et NAC*. 3e éd. Paris : Medcom. p. 13-560.

Hoppenbrouwers T. et Serman M.B., 1975. Development of sleep state patterns in the kitten. *Experimental Neurology*. Vol. 49, n° 3, p. 822-838.

Hoskins J.D. 1990. *Veterinary pediatrics : Dogs and Cats from birth to six months*. Philadelphia WB Saunders.

Kirk C., Debraekeleer J. et Armstrong J., 2000. Chapitre 11 : Le chat normal. Hand M., Thatcher C., Remillard R. et Roudebush P. (éd.), *Nutrition clinique des Animaux de Compagnie*. 4ème édition. Saint Louis Morris Inst. p. 311-373.

Kolb, B. et Nonneman A.J., 1975. The development of social responsiveness in kittens. *Animal Behaviour*. mai 1975. Vol. 23, p. 368-374.

Kovach J.K. et Kling A., 1967. Mechanisms of neonate sucking behaviour in the kitten. *Animal Behaviour*. Vol. 15, n° 1, p. 91-101.

Lecourtois C., 2018. Poids de naissance et autres facteurs de risque de mortalité néonatale chez le chat. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Levy J.K., Crawford P.C., Collante W.R. et Papich M. G., 2001. Use of adult cat serum to correct failure of passive transfer in kittens. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 219, n° 10, p. 1401-1405.

Levy J.K., Crawford P.C. et Werner L.L., 2006. Effect of age on reference intervals of serum biochemical values in kittens. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 228, n° 7, p. 1033-1037.

Little S., 2011. *Feline pediatrics: How to treat the small and the sick*. Compendium.Yardley, PA.

Lourenço M.L. et Ferreira H., 2003. Electrocardiographic evolution in cats from birth to 30 days of age. *The Canadian Veterinary Journal*. Vol. 44, n° 11, p. 914-917.

Martin P., 1986. An Experimental Study of Weaning in the Domestic Cat. *Behaviour*. 1986. Vol. 99, n° 3-4, p. 221-249.

Martin P. et Bateson P., 1985. The ontogeny of locomotor play behaviour in the domestic cat. *Animal Behaviour*. Vol. 33, n° 2, p. 502-510.

Mcintosh Bright J. et Holmberg D.L., 1990. Chapter 4 : The cardiovascular system. Hoskins J.D. (éd.), *Veterinary pediatrics : dogs and cats from birth to six months*. Philadelphia : WB Saunders. p. 43-70.

Moon P.F., Massat B.J. et Pascoe P.J., 2001. Neonatal Critical Care. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 2001. Vol. 31, n° 2, p. 343-367.

Olmstead C.E. et Villablanca J.R., 1980. Development of behavioral audition in the kitten. *Physiology & Behavior*. Vol. 24, n° 4, p. 705-712.

Olmstead C.E., Villablanca J.R., Torbiner M. et Rhodes D., 1979. Development of thermoregulation in the kitten. *Physiology & Behavior*. Vol. 23, n° 3, p. 489-495.

Paragon B.M., Vaissaire J.P. et Royal Canin, 2003. *Encyclopédie du chat*. Paris : Aniwa edition.

Person J.M., 2003. La mise en place du système immunitaire : conséquences sur la vaccination du chiot et du chaton. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*. Hors série Néonatalogie et pédiatrie du chien et du chat, n° 393, p. 73-75.

Peterson M.E., 2011. Chapter 5 : Growth. *Small animal pediatrics : the first 12 months of life*. Peterson M.E., Kutzler M.A. St. Louis, Mo : Saunders/Elsevier.

Poffenbarger E. M., Olson P. N., Chandler M. L., Seim H. B. et Varman M., 1991. Use of adult dog serum as a substitute for colostrum in the neonatal dog. *American Journal of Veterinary Research*. Vol. 52, n° 8, p. 1221-1224.

Reece W.O., 1997. *Physiology of domestic animals*. 2nd ed. Baltimore : Williams & Wilkins.

Root Kustritz M.V., 2011. Chapitre 3 : History and Physical Examination of the Neonate. In : *Small Animal Pediatrics*. Peterson M.E., Kutzler M.A. Saint Louis. Elsevier. p. 20-27.

Sechzer J.A., Folstein S.E., Geiger E.H., Mervis R.F. et Meehan S.M., 1984. Development and maturation of postural reflexes in normal kittens. *Experimental Neurology*. Vol. 86, n° 3, p. 493-505.

Tizard I.R., 2009. Chapter 18 : Immunity in the fetus and newborn. *Veterinary immunology : an introduction*. St. Louis, Saunders. p. 223-238.

Turner D.C. et Bateson P., 2014. *The Domestic Cat: The Biology of its Behaviour*. Saint Louis. Cambridge University Press.

Villablanca J.R. et Olmstead C.E., 1979. Neurological development of kittens. *Developmental Psychobiology*. Vol. 12, n° 2, p. 101-127.

Voldoire E., 2002. *Physiologie et pathologie néonatales du chiot de moins de quinze jours*. Thèse de Doctorat vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.

Von Dehn B., 2014. Pediatric Clinical Pathology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. Vol. 44, n° 2, p. 205-219.

Wellman M.L., 2010. Section I : Hematopoiesis. Weiss, D.J. et Wardrop K.J. (éd.), *Schalm's veterinary hematology*. 6th ed. Ames, Iowa : Wiley-Blackwell. p. 1-68.

West M., 1974. Social Play in the Domestic Cat. *American Zoologist*. Vol. 14, n° 1, p. 427-436.

Yamada T., Nagai Y. et Matsuda M., 1991. Changes in serum immunoglobulin values in kittens after ingestion of colostrum. *American Journal of Veterinary Research*.. Vol. 52, n° 1, p. 393-396.

Zabielski R., Le Huërou-Luron I. et Guilloteau P., 1999. Development of gastrointestinal and pancreatic functions in mammals (mainly bovine and porcine species) : influence of age and ingested food. *Reproduction Nutrition Development*. Vol. 39, n° 1, p. 5-26.

ANNEXE 1 : CONSULTATION ET EXAMEN CLINIQUE DU CHATON DE 0 À 2 MOIS

L'examen clinique du chaton de moins de 2 mois diffère légèrement de celui de l'adulte du fait de la petite taille du chaton et de son immaturité anatomique et physiologique. Seules les différences sont reportées dans cette annexe.

❖ **Recueil des commémoratifs**

Avant d'accueillir le chaton en consultation, il est intéressant de récupérer les informations concernant son mode de vie. Il est notamment intéressant de visiter le foyer ou la chatterie d'où provient le chaton, afin d'observer l'ensemble des chatons dans leur environnement.

Les renseignements à recueillir concernent :

- La mère du chaton : 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 chatons, nombre de chatons mort-nés ou morts pendant la période post-natale, informations cliniques sur les autres chatons (affection restreinte uniquement à ce chaton ou non), suivi du poids des chatons.
- Le mode de vie du chaton : conditions d'élevage, alimentation (dont l'ingestion du colostrum), autres animaux du foyer.
- Les traitements éventuels déjà administrés à la mère ou aux chatons.
- Le motif de la consultation : durée et évolution des symptômes, fréquence, circonstances d'apparition, signes cliniques notés par le propriétaire, nombre de chatons concernés.

❖ **La consultation du chaton**

• **Accueil d'un chaton en consultation**

Il est conseillé d'accueillir le chaton dans une salle correctement chauffée, en présence de sa mère. Si cette dernière n'est pas présente, des bouillottes 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 (Hoskins, 1990).

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 (Hoskins, 1990).

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 chaton nouveau-né.

- **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 chaton avec son environnement. Tout d'abord, il faut apprécier l'attitude du chaton face à un environnement inconnu. Un chaton nouveau-né en bonne santé reste blotti avec ses frères et sœurs dans le nid et émet des vocalises lorsqu'on l'éloigne de ce dernier. Un chaton isolé des autres, semblant manquer de vigueur, ou un chaton émettant des vocalises sans raison apparente doit être examiné attentivement. Un chaton de moins de un mois dort la majorité du temps, tandis qu'au-delà d'un mois, le chaton 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 chaton.

L'examen se termine par une prise de température rectale et la mesure du poids du chaton. Il est important de savoir que l'état d'excitation ou de stress du patient a une influence sur sa température corporelle.

- **L'examen rapproché**

Cette étape se déroule de l'extrémité crâniale vers l'extrémité caudale du patient.

- Examen de la tête

5. *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.

6. *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.

7. *Yeux*

L'examen de l'œil 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 : un strabisme divergent physiologique peut être présent à l'ouverture des paupières et jusqu'à 2 mois d'âge.

On passe ensuite à un examen rapproché. La cornée présente un œdème 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, bleu-gris à la naissance, 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. Le tapis est bleu-gris à la naissance et prend sa coloration adulte vers 4 mois (Hoskins, 1990). L'examen des réflexes liés à la vision est détaillé dans « Examen neurologique du chaton de 0 à 2 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 (Hoskins, 1990).

8. *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.

9. *Bouche*

La cavité buccale fournit beaucoup d'informations sur l'état de santé du chaton. Son ouverture peut être obtenue à l'aide d'un coton tige humide (Hoskins, 1990). L'haleine du chaton 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 (Hoskins, 1990). La cavité buccale d'un chaton en bonne santé est généralement légèrement hyperhémie la première semaine de vie, lisse et brillante, avec des sécrétions en quantité limitée. Le temps de remplissage capillaire est inférieur à deux secondes (Hoskins, 1990). Les dents sont examinées et peuvent permettre une estimation de l'âge du chaton si celui-ci n'est pas connu (voir Système digestif). 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 mégacœsophage ou encore une anomalie des nœuds 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 nœuds lymphatiques préscapulaires ne sont pas palpables.

➤ Thorax

10. *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.

11. *Auscultation cardiaque*

L'auscultation cardiaque du chaton est difficile de par sa petite taille et le rythme cardiaque très élevé (Hoskins, 1990).

Chez le chaton, 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, une cardiomégalie et/ou une polycythémie (Hoskins, 1990).

12. *Auscultation pulmonaire*

Comme l'auscultation cardiaque, l'auscultation des poumons du chaton est rendue difficile de par la petite taille du patient et la faible intensité des mouvements d'air dans les voies respiratoires (Hoskins, 1990).

➤ La palpation abdominale

Lors de cet examen, les mouvements doivent être doux, lents et précautionneux. Les organes d'un animal d'aussi petite taille 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 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 (Hoskins, 1990).

➤ 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 chaton 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. Les testicules chez le chaton mâle ne descendent dans le scrotum qu'entre 1 et 9 mois. Chez le chaton 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 chaton. 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 du chaton. Il doit être brillant et propre. On recherche également la trace d'éventuels parasites. Tous les examens dermatologiques classiques sont utilisables chez le chaton : scotch-test, raclage, trichogramme.

Concernant l'appréciation de l'état d'hydratation du chaton, le test du pli de peau n'est pas significatif chez le chaton avant 6 semaines d'âge. Pour évaluer l'état d'hydratation du chaton, 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 2 : EXAMEN NEUROLOGIQUE DU CHATON DE 0 À 2 MOIS

L'examen neurologique d'un chaton de moins de 2 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 chaton 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.
- Olfaction voméro-nasale : elle est caractérisée par le signe du flehmen en réponse à l'exposition à de l'urine de chat. Elle n'est observable qu'à partir de 5 semaines de vie chez le chaton.

❖ 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 chaton debout. Le chaton 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 chaton doit relever le membre afin de placer la face palmaire sur la surface de la table.
- Le placer visuel est testé en approchant le chaton d'une surface horizontale. Le chaton doit préparer ses membres à se poser en les relevant.
- Le sautillement est testé en maintenant le chaton debout sur un membre. Lorsque l'on déplace le corps de l'animal, le chaton 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 chaton et en déplaçant le corps latéralement. Le chaton doit alors déplacer rapidement les deux membres de façon à conserver l'équilibre.
- Les réactions de soutien du corps consistent à maintenir le chaton 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 chaton face à une table, le menton posé sur celle-ci et les membres antérieurs maintenus en-dessous de celle-ci. Le chaton 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 (Sechzer et al., 1984).

❖ 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 chaton. 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 chaton 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 chaton en décubitus dorsal, on observe une extension des membres ipsilatéraux à la rotation et une flexion des membres contralatéraux.

❖ Examen des réflexes liés à une stimulation tactile

- Le réflexe de tétée est provoqué lorsque les lèvres du chaton 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 chaton, il doit alors effectuer un mouvement de poussée comme pour s'y enfouir.
- Le réflexe d'immobilisation est provoqué lorsque le chaton est attrapé par le pli de peau à la base du cou. Le chaton est alors inhibé et moins sensible aux stimuli extérieurs, ses membres deviennent flasques, sa queue se place entre ses membres et son dos subit une ventroflexion.
- Le réflexe périnéal est provoqué par le léchage du périnée par la chatte et provoque l'émission de selles et urines par le chaton. Il peut être testé en massant de la région périanale à l'aide d'un coton ou d'une compresse humide tiède.
- Le réflexe auriculo-naso-céphalique est testé en touchant le chaton derrière la nuque. Il doit alors se retourner du côté du stimulus.
- Le réflexe de Galant est testé en touchant un flanc du chaton. 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'œil 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 chaton sur la table de consultation ou au sein du nid.

Toulouse, 2019

NOM : RIBARD

PRENOM : LOUISE

TITRE : Développement du chaton de 0 à 2 mois : création d'une frise chronologique en ligne.

RÉSUMÉ :

Le chaton de 0 à 2 mois est un patient particulier pour le vétérinaire. Une enquête menée auprès des praticiens français a mis en évidence la difficulté à trouver des données néonatales et pédiatriques dans cette espèce. L'objectif de notre travail était de rassembler les connaissances disponibles dans la littérature sur le développement des différents systèmes du chaton afin de créer un outil interactif en ligne permettant aux praticiens de trouver facilement les informations nécessaires à la prise en charge de la naissance jusqu'à l'âge de 2 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 vétérinaires sont renseignées.

MOTS-CLEFS : Chaton, outil vétérinaire digital, développement, néonatalogie, pédiatrie.

TITLE : Kitten development from 0 to 2 months : creation of a timeline online.

ABSTRACT :

The kitten from 0 to 2 months is a special patient for the veterinarian. A survey of French practitioners highlighted the difficulty of finding 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 kitten systems to create an interactive online tool allowing practitioners to easily find the information needed for medical care from birth to the age of 2 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 : Kitten, digital veterinary tool, development, neonatology, pediatrics.