



État des lieux des connaissances sur la période néonatale du chaton : physiologie, principales pathologies et élaboration de cas cliniques interactifs

Marjorie Bracq

► To cite this version:

Marjorie Bracq. État des lieux des connaissances sur la période néonatale du chaton : physiologie, principales pathologies et élaboration de cas cliniques interactifs. Sciences du Vivant [q-bio]. 2025. <dumas-05411020>

HAL Id: dumas-05411020

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-05411020v1>

Submitted on 11 Dec 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 086

ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES SUR LA PÉRIODE NEONATALE DU CHATON : PHYSIOLOGIE, PRINCIPALES PATHOLOGIES ET ELABORATION DE CAS CLINIQUES INTERACTIFS

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 16 octobre 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

BRACQ Marjorie

CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 086

ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES SUR LA PERIODE NEONATALE DU CHATON : PHYSIOLOGIE, PRINCIPALES PATHOLOGIES ET ELABORATION DE CAS CLINIQUES INTERACTIFS THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 16 octobre 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

BRACQ Marjorie

LISTE DES ENSEIGNANTS du Campus vétérinaire de Lyon (07/11/2024)

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Professeur
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BLONDEL	Margaux	Maître de conférences
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Mme	BRASSARD	Colline	Maître de conférences (stagiaire)
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Mme	CANNON	Leah	Maître de conférences (stagiaire)
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHANOIT	Guillaume	Professeur
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Mme	DELIQUETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	Maître de conférences
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JEANNIN	Anne	Inspecteur en santé publique vétérinaire
Mme	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargée d'enseignement contractuelle
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	Professeur
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDoux	Dorothée	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur

M.	RACHED	Antoine	Maitre de conférences
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGENTET	Delphine	Professeur
Mme	STORCK	Fanny	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	ZENNER	Lionel	Professeur

REMERCIEMENTS AU JURY

À Madame la Professeure Caroline PROUILLAC,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury,

Mes sincères remerciements et hommages les plus respectueux.

À Madame la Docteure Emilie ROSSET,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour votre bienveillance, vos conseils, votre disponibilité et pour m'avoir fait confiance dans ce travail comme en clinique,

Mes remerciements les plus chaleureux.

À Monsieur le Professeur Samuel BUFF,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour avoir aimablement accepté d'évaluer ce travail et de prendre part à ce jury de thèse,

Mes sincères remerciements.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES FIGURES.....	11
TABLE DES TABLEAUX.....	15
TABLE DES ABRÉVIATIONS.....	17
INTRODUCTION.....	19
PARTIE 1 : PHYSIOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT DU CHATON, DE LA NAISSANCE À LA FIN	
DE LA PÉRIODE NÉONATALE.....	21
I. Période néonatale : caractéristiques et besoins fondamentaux.....	21
A. Paramètres physiologiques fondamentaux.....	21
1. Thermorégulation chez le nouveau-né.....	21
2. Régulation de la glycémie chez le nouveau-né.....	22
3. Hydratation du nouveau-né.....	23
4. Croissance du nouveau-né.....	24
B. Facteurs environnementaux fondamentaux.....	26
1. Influence du lieu de vie et des paramètres de la maternité.....	26
2. Comportement néonatal et relation mère – chaton.....	29
a. <i>Comportements du nouveau-né.....</i>	<i>29</i>
b. <i>Développement de l'instinct maternel.....</i>	<i>31</i>
3. Importance du nursing.....	31
II. Importance de la prise colostrale chez le chaton nouveau-né.....	34
A. Importance de l'immunité passive : transfert d'immunité systémique et locale.....	34
B. Importance nutritionnelle du colostrum.....	36
1. Répondre au besoin énergétique du nouveau-né.....	36
2. Permettre la maturation et le développement des différents systèmes du nouveau-né.....	37
3. Répondre aux besoins hydriques et déterminer le volume circulant du nouveau-né.....	38
4. Répondre au besoin d'élimination.....	38
C. Conditions requises pour une bonne prise colostrale.....	39
1. Quantité de colostrum nécessaire.....	40
2. Qualité du colostrum requise.....	40
3. Délai pour la prise colostrale.....	41
4. Solutions alternatives.....	42
III. Evaluation des chatons à la naissance.....	45
A. Influence du type de mise-bas et mesures de réanimation.....	45
B. Score APGAR et score de réflexe.....	47
C. Poids à la naissance.....	50

PARTIE 2 : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES PRINCIPALES AFFECTIONS NÉONATALES CHEZ LES CHATONS ET DE LEUR PRISE EN CHARGE.....54

I. Principales affections responsables de mortalité néonatale chez le chaton.....	54
A. Syndrome de dépérissement du chaton et syndrome des 3H.....	54
B. Bactéries opportunistes, septicémie.....	55
C. Anomalies congénitales.....	58
D. Isoérythrolyse néonatale féline.....	60
E. Traumatisme.....	63
F. Infection par des pathogènes spécifiques, infections virales.....	65
G. Parasitisme massif.....	68
II. Diagnostic et prise en charge des chatons malades.....	70
A. Evaluation des nouveau-nés malades.....	71
1. <i>L'examen clinique du chaton nouveau-né.....</i>	<i>71</i>
2. <i>Les examens complémentaires disponibles.....</i>	<i>73</i>
B. Prise en charge thérapeutique des nouveau-nés malades.....	78
1. <i>Prise en charge d'urgence : correction des « 4 H ».....</i>	<i>78</i>
a. Lutte contre l'hypoxie.....	79
b. Lutte contre l'hypothermie.....	79
c. Lutte contre l'hypovolémie.....	80
d. Lutte contre l'hypoglycémie.....	82
2. <i>Prise en charge étiologique et symptomatique.....</i>	<i>84</i>
C. Examen post-mortem du nouveau-né.....	92
1. <i>Autopsie et recherche de lésions macroscopiques.....</i>	<i>92</i>
2. <i>Prélèvements, recherche de lésions microscopiques et d'agents infectieux.....</i>	<i>95</i>
3. <i>Les visites d'élevage.....</i>	<i>97</i>
III. Bonnes pratiques d'élevage : outils pour augmenter la survie néonatale féline.....	99
A. Prévention.....	99
1. <i>Choix des reproducteurs.....</i>	<i>99</i>
2. <i>Bonne hygiène de l'élevage.....</i>	<i>100</i>
B. Prophylaxie.....	101
C. Importance du suivi des nouveau-nés en élevage.....	103

PARTIE 3 : ÉLABORATION D'UN SUPPORT PÉDAGOGIQUE.....107

I. Etat des lieux sur l'apprentissage actuel de la néonatalogie féline.....	107
A. Formation des étudiants et jeunes vétérinaires limitée : constat et origines.....	107
B. Défis pédagogiques.....	109
C. Enjeux de cet apprentissage.....	110
II. Intérêt pédagogique du e-learning et des cas cliniques interactifs.....	111
A. Apport du e-learning dans la qualité de l'apprentissage.....	112
B. L'apprentissage par cas cliniques, un pan du e-learning.....	113

C. Présentation du logiciel Genially.....	114
III. Conception des cas cliniques interactifs fictifs.....	117
A. Sélection de cas cliniques pertinents.....	117
B. Construction d'un parcours interactif avec une logique de progression.....	118
C. Présentation des cas cliniques et objectifs d'apprentissage.....	119
1. <i>Cas clinique n°1 : Michka et ses chatons, isoérythrolyse néonatale féline</i>	119
2. <i>Cas clinique n°2 : Titou, syndrome de dépérissement du nouveau-né et septicémie à la suite d'une bronchopneumonie par fausse déglutition</i>	121
D. Limites et perspectives d'évolution des cas cliniques interactifs.....	123
CONCLUSION.....	127
BIBLIOGRAPHIE.....	129

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Courbes de croissance du chaton.	25
Figure 2: Maternité adaptée à une chatte et sa portée de chatons.	27
Figure 3: Chatons blottis les uns contre les autres. Nouveau-nés orphelins.	30
Figure 4: Chatons de trois semaines jouant avec un chien au cours de la période de socialisation.	30
Figure 5: Mesure de la longueur adéquate de sonde orogastrique : technique bouche-oreille-ombilic.	32
Figure 6: Dispositif nécessaire au sondage orogastrique d'un nouveau-né félin.	32
Figure 7: Position adaptée du nouveau-né pour le biberonnage.	33
Figure 8: Méconium (couleur foncée) et selles d'un nouveau-né nourri avec du lait maternisé (couleur jaunâtre).	39
Figure 9: Nouveau-nés buvant le colostrum au cours des premières heures de vie.	42
Figure 10: Solutions alternatives à la prise colostrale normale.	44
Figure 11: Femelle primipare British Shortair et ses deux chatons, quelques minutes après la césarienne.	46
Figure 12: Evaluation du score APGAR d'un chaton à la naissance.	49
Figure 13: Evaluation du score de réflexes néonataux d'un chaton à la naissance.	49
Figure 14: Diarrhée sur un chaton nouveau-né en sepsis.	57
Figure 15: Anomalies congénitales.	59
Figure 16: Fente palatine sévère.	60
Figure 17: Fente labiale.	60
Figure 18: Nécrose du bout de la queue.	62
Figure 19: Étiopathologie de l'isoérythrolyse néonatale féline.	62
Figure 20: Traumatisme facial et hémorragie dus à un infanticide chez un chaton nouveau-né.	64
Figure 21: Mesure de la température corporelle d'un chaton nouveau-né.	64
Figure 22: Conjonctivite néonatale.	65
Figure 23: Nouveau-né en détresse respiratoire.	66
Figure 24: Différents scénarios pouvant mener à la mortalité néonatale au cours de la première semaine.	70
Figure 25: Mesure de la glycémie chez un chaton nouveau-né.	74
Figure 26: Résultats de tests de crossmatch sanguin.	75
Figure 27: Groupage sanguin d'un chat avec un QuickTest A+B de chez Alvedia.	75
Figure 28: Évaluation de la saturation en oxygène du sang par oxymétrie.	76
Figure 29: Pigmenturie et urine de couleur normale.	77
Figure 30: Localisations anatomiques d'un cathéter intraosseux sur le membre pelvien d'un nouveau-né.	80
Figure 31: Cavités abdominale et thoracique d'un chaton nouveau-né ouvertes pour un examen post-mortem.	92
Figure 32: Diarrhée hémorragique.	93

Figure 33: Entérite segmentaire dans la cavité abdominale d'un chaton.	93
Figure 34: Mégacôlon découvert à l'autopsie sur un chaton nouveau-né.	95
Figure 35: Principe de la marche en avant en élevage.	101
Figure 36: Pesée du chaton avec une balance de cuisine.	104
Figure 37: Page vierge en début de création d'une présentation sur Genially.	115
Figure 38: Principales animations disponibles sur Genially.	115
Figure 39: Eléments d'interactivité disponibles sur Genially.	116
Figure 40: Présentation du cas clinique n°1.	119
Figure 41: Anamnèse et hypothèses diagnostiques du cas clinique n°1.	119
Figure 42: Examen clinique des nouveau-nés du cas clinique n°1.	120
Figure 43: Choix des examens complémentaires et feedback du cas clinique n°1.	120
Figure 44: Choix du traitement et conseils à apporter au propriétaire du cas clinique n°1.	120
Figure 45: Présentation du cas clinique n°2.	122
Figure 46: Prise en charge et conseils à apporter au propriétaire du cas clinique n°2..	122

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Proposition de score APGAR modifié pour les chatons.	48
Tableau 2: Proposition de score de réflexes néonataux modifié pour les chatons.	48
Tableau 3: Principaux paramètres hématologiques et biochimiques à savoir interpréter chez le nouveau-né.....	75
Tableau 4: Estimations des doses des antibiotiques à utiliser chez les chatons nouveau-nés.	85
Tableau 5: Estimations des doses des principaux antiparasitaires utilisés chez les chatons nouveau-nés.	87
Tableau 6: Estimations des doses recommandées pour les principales molécules nécessaires à l'analgésie des chatons nouveau-nés.	90
Tableau 7: Objectifs d'apprentissage du cas clinique n°1 sur l'isoérythrolyse néonatale.	120
Tableau 8: Objectifs d'apprentissage du cas clinique n°2 sur la bronchopneumonie par fausse déglutition et la septicémie.	122

TABLE DES ABRÉVIATIONS

µg : microgramme

BID : bis in die soit deux fois par jour

bpm : battements par minute

dl : décilitre

FCV : Feline calicivirus

FCoV : Feline coronavirus

FeLV : Feline Leukaemia Virus

FHV-1 : Feline Herpesvirus - 1

FIV : Feline immunodeficiency virus

FPV : Feline panleukopenia virus

g : gramme

IgG : immunoglobuline G

IM : intramusculaire

IO : intraosseux

IV : intraveineux

j : jour

kcal : kilocalories

kg : kilogrammes

LOOF : Livre Officiel des Origines Félines

mg : milligramme

ml : millilitre

mpm : mouvements par minute

PIF : péritonite infectieuse féline

PO : per os, par voie orale

QID : quater in die soit quatre fois par jour

RCP : Rhinotrachéite, Calicivirose féline, Panleucopénie infectieuse féline, soit Coryza et Typhus

SC : sous-cutané

SID : semel in die soit une fois par jour

SL : sublingual

spp : species plurimae, plusieurs espèces

TID : ter in die soit trois fois par jour

INTRODUCTION

La période néonatale du chaton correspond aux trois premières semaines de vie et constitue une étape cruciale de son développement. Elle est marquée par une grande vulnérabilité du nouveau-né ainsi que d'importantes évolutions physiologiques nécessaires pour survivre à la transition de la vie intra à extra-utérine.

Il s'agit d'une période à haut risque de mortalité pour les chatons, qui dépendent à ce moment entièrement de leur environnement, des soins maternels et des soins par l'éleveur et les vétérinaires. À titre représentatif, sur 16% de mortalité globale entre la naissance et deux mois, plus de la moitié survient au cours de la période néonatale (Fournier, Masson, et al., 2017). Malgré des taux de mortinatalité ne diminuant pas depuis quelques décennies, les recherches en néonatalogie féline demeurent encore trop peu nombreuses et la formation initiale des vétérinaires sur le sujet, trop limitée.

Depuis quelques années, un intérêt grandissant des propriétaires pour les chats en tant qu'animaux de compagnie (*Livre Officiel des origines félines (LOOF)*, 2022) engendre la recrudescence des nouveau-nés félins présentés en clinique. Ainsi, la formation sur la néonatalogie féline des futurs vétérinaires praticiens en médecine des animaux de compagnie se doit aujourd'hui de devenir plus approfondie.

À l'ère du numérique, les méthodes d'enseignement vétérinaire évoluent pour s'adapter aux attentes et aux besoins d'une nouvelle génération d'apprenants. Depuis une grosse dizaine d'années, une multitude de nouveaux supports pédagogiques fait son entrée en sciences vétérinaires. Des quizz sur Kahoot ou Woodclap, aux jeux interactifs en passant par des cas cliniques ou encore des vidéos explicatives, de nombreuses formes d'apprentissage interactives sont essayées et validées par les enseignants et étudiants.

Au travers de cette réflexion, l'objectif de cette thèse est d'aider les étudiants vétérinaires à mieux comprendre la physiologie néonatale du chaton, reconnaître les facteurs de risque de mortalité néonatale, les prévenir et les guérir ; tout ça en s'entraînant de manière dynamique et ludique sur des cas cliniques interactifs en ligne.

Ce travail s'articule ainsi en trois parties complémentaires. Dans un premier temps, une actualisation scientifique des connaissances sur la physiologie du nouveau-né félin et ses besoins fondamentaux a été réalisée. La seconde partie est également bibliographique et vise à présenter les principales causes de mortalité néonatale et à aborder leur traitement et leur prévention. Enfin, la dernière partie est consacrée à l'élaboration de deux cas cliniques interactifs sur le logiciel Genially, dans le but d'améliorer les compétences théoriques et pratiques des étudiants sur le thème de la néonatalogie féline.

PARTIE 1 : PHYSIOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT DU CHATON, DE LA NAISSANCE À LA FIN DE LA PÉRIODE NÉONATALE

La période néonatale des chatons est définie comme le laps de temps s'écoulant entre la naissance et le 21^{ème} jour de vie. Au cours de ces trois semaines, le chaton est très vulnérable à son environnement et rencontre un taux de mortalité important. Pour mieux comprendre les menaces qui pèsent sur le nouveau-né félin, il est nécessaire de s'intéresser en premier lieu à sa physiologie et à ses besoins fondamentaux.

I. Période néonatale : caractéristiques et besoins fondamentaux

Pour pouvoir comprendre ses besoins et soigner correctement un nouveau-né, il faut avant tout comprendre que le chaton n'est pas un chat de petite taille. Ses besoins physiologiques diffèrent énormément de ceux de l'adulte et c'est cette thématique qu'aborde la partie suivante.

A. Paramètres physiologiques fondamentaux

1. *Thermorégulation chez le nouveau-né*

Les chatons nouveau-nés sont poïkilothermes, à l'inverse des adultes qui sont homéothermes. Avant l'âge de quatre semaines, ils ne disposent pas de contrôle hypothalamique de leur température corporelle qui peut alors rapidement varier. Cette condition les rend particulièrement vulnérables à leur environnement pendant cette période (Grundy, 2006; Little, 2013).

Au cours de la première semaine, ils sont hypothermes physiologiquement avec une température rectale normale comprise entre 35°C et 37,2°C (Wilborn, 2018). Effectivement, la température rectale des chatons chute très rapidement après leur naissance, jusqu'à 31-32°C d'après certaines études, puis remonte au-dessus de 35°C grâce à différents mécanismes que nous aborderons plus tard. Au cours des deux semaines suivantes, la température normale du nouveau-né est comprise entre 36°C et 38°C (Grundy, 2006; Gunn-Moore, 2006a).

Sur le plan morphologique et fonctionnel, les nouveau-nés sont particulièrement sensibles à l'hypothermie. D'une part, ils sont enclins aux pertes thermiques du fait de la finesse de leur couche adipeuse sous-cutanée et de leur rapport surface sur volume important. D'autre part, ils ne disposent pas des mécanismes physiologiques de base de l'adulte qui permettraient de limiter l'hypothermie. En effet, le réflexe de tremblements ne se développe qu'à partir d'environ 6 jours de vie et les mécanismes de vasoconstriction périphérique qui permettraient de limiter les pertes thermiques sont immatures et donc, non fonctionnels (Moon et al., 2001; Münnich, 2022; Rossi et al., 2021). Il s'agit d'hypothermie pathologique quand la température rectale des nouveau-nés descend sous 35°C, pouvant entraîner de nombreuses conséquences.

Dans un premier temps, un iléus paralytique gastro-intestinal se développe et engendre une diminution de l'absorption intestinale. Cet arrêt du transit favorise la prolifération bactérienne voire la translocation bactérienne, et la possibilité de septicémie chez le nouveau-né (Chastant, 2023; Grundy, 2006). De plus, une température rectale trop basse entraîne une perte du réflexe de succion qui favorise les régurgitations et les fausses déglutitions lors du nourrissage, et une possible rétention du méconium pouvant conduire à l'anorexie du nouveau-né. En parallèle, l'hypothermie engendre une bradycardie, à l'origine d'une diminution de la fréquence respiratoire qui peut, dans les cas les plus graves, mener à une insuffisance cardiopulmonaire (Gunn-Moore, 2006a).

Les nouveau-nés disposent de graisses brunes localisées dans les régions du cou, du dos, des viscères et des gros vaisseaux. Durant les premiers jours de vie, cette graisse constitue leur principale source de production de chaleur. En réponse à une hypothermie, les nouveau-nés l'utilisent pour créer de l'énergie thermique en réalisant la thermogenèse sans frissons. Ce processus à première vue protecteur, est en réalité très demandeur d'énergie chimique et peut mener à la décompensation d'un chaton initialement malade (Moon et al., 2001; Münnich, 2022; Rossi et al., 2021).

2. *Régulation de la glycémie chez le nouveau-né*

Une deuxième cause de fragilité des chatons nouveau-nés est leur prédisposition à l'hypoglycémie. Les nouveau-nés ont une haute demande énergétique mais leurs réserves hépatiques de glycogène sont faibles et rapidement épuisées par la glycogénolyse. Effectivement, d'après (Gunn-Moore, 2006a) leur

besoin énergétique est deux à trois fois supérieur à celui d'un chat adulte. En conséquence, leur minime réserve hépatique de glycogène diminue de plus de la moitié au cours des premières 24 heures de vie (Grundy, 2006).

De plus, le foie est encore immature et son fonctionnement est inefficace chez les nouveau-nés. Les voies métaboliques de régulation du glucose ne sont pas encore fonctionnelles et la néoglucogenèse est inefficace durant les dix premiers jours de vie. En l'absence d'apport glucidique important au cours de cette période, le foie est incapable de maintenir une glycémie sanguine suffisante pour le chaton (Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022; Outters-Boillin & Thébault, 2023; Rossi et al., 2021).

La seule source de glucose pour le chaton se trouve dans l'alimentation. Les tétées doivent alors être assez fréquentes et les quantités ingérées suffisantes pour maintenir leur glycémie (Grundy, 2006; Wilborn, 2018). Selon (Münnich, 2022), la glycémie normale d'un chaton âgé de deux jours est comprise entre 75 mg/dl et 154 mg/dl.

Une hypoglycémie clinique apparaît en général quand la glycémie est inférieure à 50 mg/dl (Münnich, 2022; Rossi et al., 2021). Cette situation apparaît quand le nouveau-né présente une balance énergétique négative : soit par insuffisance stricte de l'apport alimentaire en glucose, soit par augmentation de la demande énergétique sans compensation (hypothermie, maladie, stress, chaton de faible poids...) (Münnich, 2022). Cela se traduit cliniquement par un refus de téter, de la léthargie, des vocalises, une irritabilité, une hypothermie, des difficultés respiratoires, un état de faiblesse, de torpeur ou de stupeur et parfois des convulsions (Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

3. *Hydratation du nouveau-né*

Le volume de fluides extra-cellulaire des chatons nouveau-nés est plus important que celui des chats adultes. En effet, environ 80 à 82 % du poids corporel d'un nouveau-né correspond à de l'eau, comparé à 60% chez le chat adulte (Casal, 2010b, 2010b; Gunn-Moore, 2006a; Little, 2011; Rossi et al., 2021).

De plus, avec un rapport surface sur volume élevé et des organes encore immatures, les pertes hydriques sont majorées par rapport à celles d'un adulte. En effet, le fonctionnement rénal n'est pas encore optimal à la naissance, ce qui implique

une capacité de réabsorption rénale d'eau réduite. Des pertes hydriques importantes sont également mises en évidence au niveau des poumons et de la peau, qui sont davantage perméables (Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022). Le taux de renouvellement de l'eau chez le nouveau-né est alors proche du double de celui de l'adulte (Casal, 2010b, 2010b; Gunn-Moore, 2006a).

Tous ces facteurs rendent les chatons nouveau-nés extrêmement sensibles à la déshydratation (Wilborn, 2018). Cette déshydratation peut survenir dans deux situations : soit il y a une consommation insuffisante de lait, soit il y a des pertes fluidiques trop importantes (surchauffage, diarrhée, vomissements...). Les conséquences de cette déshydratation peuvent être dramatiques : un choc hypovolémique et l'hypotension subséquente mènent à une importante hypoxie tissulaire et finalement à une défaillance multi organique (Münnich, 2022).

4. *Croissance du nouveau-né*

Relativement peu d'études portent sur le poids à la naissance des chatons, mais la plupart d'entre elles s'accordent pour définir ce poids à 100 +/- 10 grammes chez un chaton normal (Brian A DiGangi et al., 2019; Gunn-Moore, 2006a; Mugnier, Cane, et al., 2022; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Au cours de la période néonatale, la croissance des chatons suit une évolution généralement linéaire (Brian A DiGangi et al., 2019; Cisek, 2021). Les facteurs connus impliqués dans la variation du taux de croissance des chatons au cours de la période néonatale sont : le sexe du chaton, la taille de la portée, l'âge de la mère au moment de la mise bas, la présence de chatons mort-nés dans la fratrie, la saison de mise bas, le groupe racial, le poids à la naissance et le taux de croissance au cours des 48 premières heures de vie (Cisek, 2021).

Au cours des premiers jours de vie, un chaton en bonne santé doit prendre entre 10 et 15 grammes par jour. Cette cadence correspond à un doublement du poids de naissance au bout de deux semaines ou à un triplement au bout de trois semaines (Cisek, 2021; Moon et al., 2001; Outters-Boillin & Thébault, 2023). Une croissance normale du nouveau-né peut également être évaluée par une prise de poids de 10% par jour (Grundy, 2006; Wilborn, 2018). Une prise de poids régulière est le meilleur indicateur du bien-être et de la bonne santé des nouveau-nés, c'est pourquoi il est

important de surveiller attentivement ce paramètre (Wilborn, 2018). Pour suivre cette croissance, des courbes de poids peuvent être tracées et comparées avec des courbes de poids de référence par race (Chastant, 2023; Cisek, 2021; Outters-Boillin & Thébault, 2023). Waltham a également mis au point des courbes de croissance des chatons en fonction du sexe (figure1) (Salt et al., 2022).

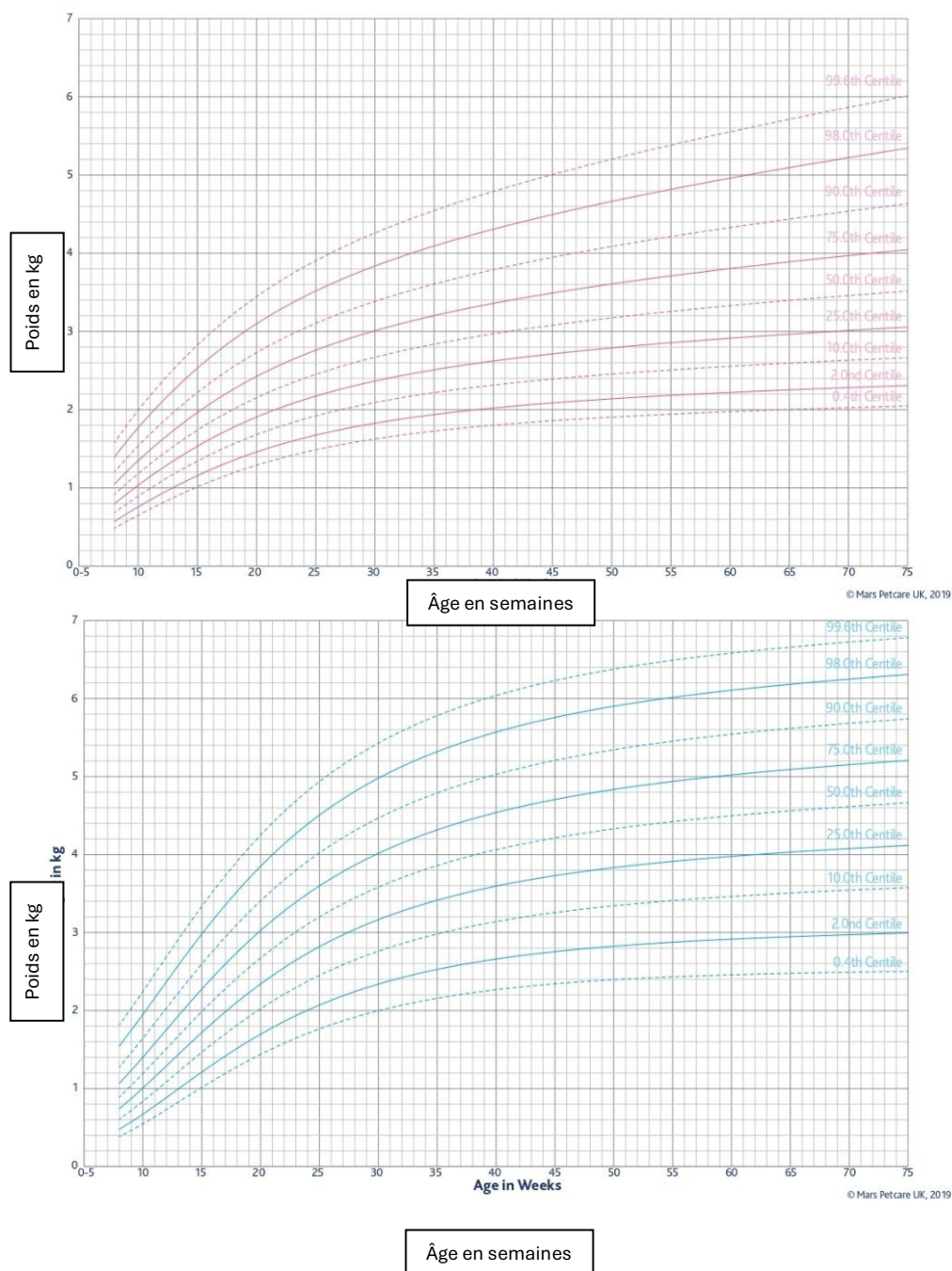


Figure 1: Courbes de croissance du chaton.

(A) femelle, (B) mâle. Source : WALTHAM, (2022)

Inversement, pour limiter le risque de surpoids à l'âge adulte, il est nécessaire de contrôler cette croissance pour s'assurer qu'elle soit « optimale » et non « maximale ». En effet, un taux de croissance trop important au cours de la période néonatale aura des impacts sur le court mais aussi sur le long terme, avec notamment un risque accru de surpoids à l'âge adulte (Chastant, 2023; Grundy, 2006).

EN RÉSUMÉ :

Du fait de sa conformation, le chaton est extrêmement sensible à **l'hypothermie**, **l'hypoglycémie** et la **déshydratation** au cours de la période néonatale.

Il pèse environ **100 grammes** à la naissance et doit s'alimenter suffisamment pour **doubler** son poids entre la première et deuxième semaine de vie.

Le **suivi du poids** est très important au cours de cette période car son augmentation est fortement corrélée à la bonne **santé** du chaton.

B. Facteurs environnementaux fondamentaux

Au cours des trois – quatre premières semaines de vie, le chaton et sa mère forment une unité (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022). Autrement dit, au cours de la période néonatale, le chaton dépend entièrement de son environnement : les conditions dans la maternité, les interactions avec la mère et l'intervention de l'éleveur si nécessaire.

1. Influence du lieu de vie et des paramètres de la maternité

L'arrêté du 3 avril 2014 fixe les règles sanitaires et de protection animale auxquelles doivent satisfaire les activités liées aux animaux de compagnie d'espèces domestiques. Ces activités relèvent du IV de l'article L.214-6 du Code Rural et de la Pêche Maritime. Pour répondre aux besoins physiologiques de la chatte et de la portée, des règles strictes concernant l'hygiène et les paramètres environnementaux doivent donc être respectées (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Au cours du premier mois post-partum, les nouveau-nés et la mère sont installés dans une caisse de mise-bas au sein d'une maternité. Pour qu'elle s'habitue à l'environnement et pour limiter son stress, la chatte peut y être installée une semaine avant la mise-bas. L'environnement doit être calme et surveillé (Little, 2013; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

La caisse de mise-bas doit être de taille adaptée : suffisamment large pour que la mère puisse s'allonger et allaiter les petits, et suffisamment petite pour que les chatons restent facilement regroupés ensemble. Elle doit comprendre des rebords afin d'empêcher les nouveau-nés de sortir, mais la mère doit pouvoir facilement les enjamber pour se reposer à distance de ses chatons (figure 2) (Chastant, 2023; Outters-Boillin & Thébault, 2023). L'eau et la nourriture de la mère sont placées à l'extérieur de la zone dans laquelle se trouvent les nouveau-nés pour éviter les noyades (Chastant, 2023).



Figure 2: Maternité adaptée à une chatte et sa portée de chatons.

(a) l'environnement est propre, enrichi et permet à la mère de se reposer si nécessaire, (b) la mère revient quand ses petits l'appellent. Source : Goericke-Pesch & Packeiser, 2022

Pour une bonne santé au sein de l'élevage, l'hygiène au sein de la maternité doit être irréprochable. Les matériaux utilisés doivent être facilement nettoyables et désinfectables par l'éleveur, le plastique est à privilégier par rapport au carton. Les alèses ou les couvertures utilisées doivent être absorbantes et changées tous les jours pour que l'environnement des chatons reste propre et sec (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Little, 2013; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Concernant les paramètres environnementaux, il est fondamental que la température et l'humidité de la maternité soient connues et contrôlées. La température

ambiante de la salle doit être maintenue entre 18 et 24°C pour le confort de la chatte. Étant donné que les nouveau-nés sont incapables de thermoréguler lors des 21 premiers jours de vie, une source de chaleur supplémentaire doit être placée près d'eux afin de limiter l'hypothermie. Au cours de la première semaine de vie, la température de l'environnement proche des chatons doit être comprise entre 29 et 32°C puis peut progressivement diminuer à 27°C lors des deux semaines qui suivent, jusqu'à atteindre 21 à 24°C à la fin du premier mois de vie (EU Platform on Animal Welfare, 2020; Grundy, 2006; Gunn-Moore, 2006a; Little, 2013; Outters-Boillin & Thébault, 2023). Différentes méthodes de chauffage peuvent être utilisées (incubateur, lampe chauffante, bouillottes, bouteilles d'eau chaude entourées de serviettes propres...) et il est nécessaire de former un gradient de température au sein du box de mise-bas. Effectivement, il faut que les chatons puissent se retirer librement et se déplacer vers une température adéquate afin d'éviter les brûlures si la chaleur devient excessive. C'est pourquoi les tapis chauffants ne sont pas particulièrement recommandé. En effet, la source de chaleur qu'ils procurent est homogène sur toute la surface du tapis (Little, 2013; Outters-Boillin & Thébault, 2023). Concernant l'hygrométrie, elle doit être comprise entre 55 et 65% et rester constante. En dessous de cet intervalle, l'environnement est trop sec et engendre la déshydratation des chatons tandis qu'au-delà, l'atmosphère est trop humide. Cela gêne la respiration des chatons, favorise la multiplication des bactéries et donc les infections respiratoires. Pour contrôler le taux d'humidité, il est conseillé d'utiliser spécifiquement un hygromètre et, plus subjectivement, de surveiller l'absence de condensation sur les fenêtres de la maternité (Grundy, 2006; Little, 2013; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

La maternité doit être bien ventilée pour permettre un renouvellement de l'air adéquat, mais il ne doit pas y avoir de courant d'air. L'idéal est une entrée basse d'air froid et une évacuation de l'air chaud en hauteur. Concernant la luminosité, l'éclairage naturel doit être respecté avec une alternance jour/nuit physiologique (Gunn-Moore, 2006a; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Respecter l'ensemble de ces critères hygiéniques et des besoins physiologiques des chats permet de diminuer significativement la morbidité et la mortalité néonatale au sein d'un élevage félin (Gunn-Moore, 2006a).

2. Comportement néonatal et relation mère – chaton

a. Comportement du nouveau-né

A la naissance, le système nerveux du chaton est encore immature (Habran, 2002). Il possède déjà une sensibilité tactile, olfactive et thermique mais il est handicapé par sa cécité et sa quasi-surdité. Ainsi, au cours de la période néonatale, le chaton est entièrement dépendant de sa mère et de son environnement pour se nourrir, se réchauffer, faire ses besoins et se protéger (Anne-Claire Gagnon et al., 1998; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Ses paupières s'ouvrent en moyenne vers le 9^{ème} ou 10^{ème} jour (avec une forte variabilité en fonction des individus) et l'orientation auditive n'est effective que vers le 16^{ème} jour (Anne-Claire Gagnon et al., 1998; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Avant ces étapes-clés, le nouveau-né passe jusqu'à 95% de son temps à dormir et survit grâce à un ensemble de réflexes primaires. Il dispose d'un réflexe de fouissement lui permettant de chercher et de trouver une mamelle pour se nourrir et d'un réflexe de succion qui se développe au contact de la mamelle pour aspirer le colostrum puis le lait (Anne-Claire Gagnon et al., 1998; Habran, 2002; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Au cours des trois premières semaines de vie, le chaton est incapable d'uriner ou de déféquer volontairement. Son comportement éliminatoire est alors initié par la mère qui lèche la zone ano-génitale systématiquement après chaque tétée. Il s'agit du réflexe périnéal de miction et de défécation, qui est présent dès la naissance (Denenberg, 2021; Little, 2013; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Les capacités motrices du nouveau-né se développent très tôt. Dès le 4^{ème} jour, il est capable de se déplacer en rampant jusqu'à 50 centimètres pour chercher une source de chaleur si la température est trop basse. Il va notamment utiliser son odorat pour retrouver sa mère ou les membres de sa fratrie afin de se blottir pour préserver sa température corporelle (figure 3) (Anne-Claire Gagnon et al., 1998; Outters-Boillin & Thébault, 2023). Il présente également un réflexe de portage, ce qui permet à la mère de le porter sans difficulté pour le déplacer en cas de danger (Denenberg, 2021; Outters-Boillin & Thébault, 2023).



*Figure 3: Chatons blottis les uns contre les autres.
Nouveau-nés orphelins.*

Source : Bracq Marjorie

Ses réflexes tendent à disparaître progressivement au cours de la période de transition du développement comportemental, après l'ouverture des paupières. De la 2^{ème} à la 7^{ème} semaine de vie s'étend ensuite la période de socialisation au cours de laquelle les chatons développent leur comportement exploratoire, à l'aide de leur mère et de leurs congénères, de la même espèce ou non (figure 4) (Ley, 2016; Outters-Boillin & Thébault, 2023).



*Figure 4: Chatons de trois semaines jouant avec un
chien au cours de la période de socialisation.*

Source : Bracq Marjorie

b. Développement de l'instinct maternel

Lors de mise-bas eutocique, notamment chez les femelles multipares, le comportement maternel s'installe, la plupart du temps, immédiatement. Il est favorisé dans un contexte où le stress est limité pour la chatte, donc dans un environnement calme et sécuritaire (Chastant, 2023). La mère développe un attachement immédiat mais non réciproque pour ses petits. Ainsi, lors des premières 24 heures post-partum, la chatte quitte très peu le nid. Elle retourne vers la portée quand ils se mettent à vocaliser (figure 2b) (Denenberg, 2021).

Au cours de la période néonatale, la mère stimule le transit des chatons en les léchant puis ingère les urines et les selles. Cela permet de maintenir la propreté au sein du nid, tout en permettant le bon fonctionnement du système digestif des nouveau-nés (Denenberg, 2021). Elle va également encourager les tétés en accompagnant les chatons à la mamelle. Dès la fin de la mise-bas, elle se positionne allongée et entoure les chatons pour les allaiter (Denenberg, 2021; Outters-Boillin & Thébault, 2023). La présence de la mère au sein du nid permet également de réchauffer les nouveau-nés par contact (Little, 2013).

3. Importance du nursing

Au cours de la période néonatale, il est fondamental de surveiller attentivement les relations mère-portée pour savoir s'il est nécessaire d'intervenir. Comme décrit précédemment, les besoins primaires du chaton sont : le réchauffement, la nutrition, la stimulation du transit, la toilette et la stimulation sociale. Si ces besoins ne sont pas comblés par la mère, l'éleveur doit prendre le relai (Little, 2013).

En cas de mortalité ou de morbidité de la mère, d'insuffisance de la production lactée ou des soins maternels, de taille extravagante de la portée ou de rejet par la mère, la survie de l'ensemble des nouveau-nés dépend de leur acceptation par une mère adoptive ou du nursing par les humains (propriétaire, éleveur, équipe vétérinaire). A choisir, il est préférable que les chatons « orphelins » soient pris en charge par une mère adoptive en lactation, mais cela n'est pas tout le temps possible (Little, 2013; Remillard et al., 1993). Du lait maternisé préalablement réchauffé peut sinon être administré au nouveau-né via un biberon. Cette technique est très chronophage car les repas sont lents et fréquents, mais cela est indispensable pour la

survie du chaton. Avant tout biberonnage, il est nécessaire de vérifier la température rectale du chaton et de le réchauffer progressivement s'il est hypotherme sous 35°C (Chastant, 2020, 2023; Grundy, 2006; Wilborn, 2018).

Si le chaton est normotherme et bien hydraté mais qu'il est trop faible pour téter, il est également possible d'utiliser une sonde orogastrique, permettant une réalimentation plus rapide et plus précise qu'au biberon. Cependant, cette technique est un acte vétérinaire et ne peut pas être légalement réalisée par un éleveur (Furthner et al., 2021; Little, 2013).

Pour insérer la bonne longueur de sonde orogastrique dans l'œsophage du nouveau-né, la distance peut être mesurée en projetant la longueur de sonde entre la bouche et la dernière côte du chaton, ou la longueur de sonde qui passe par la bouche, le lobe de l'oreille et l'ombilic du nouveau-né (figure 5) (Furthner et al., 2021). Ensuite, la sonde peut être coupée à la bonne taille pour ne pas devoir refaire la mesure avant chaque sondage flash (figure 6).



Figure 6: Dispositif nécessaire au sondage orogastrique d'un nouveau-né félin.

Sonde de réalimentation de taille adaptée et seringue de lait maternisé. Source : Bracq Marjorie



Figure 5: Mesure de la longueur adéquate de sonde orogastrique : technique bouche-oreille-ombilic.

Source : Furthner et al., 2021

Pour la réalimentation, qu'elle soit faite au biberon ou par sondage, le nouveau-né doit être placé en position sternale avec la tête légèrement surélevée : position physiologique lors de la tétée (figure 7) (Chastant-Maillard et al., 2020). A la fin de chaque repas, il est également nécessaire de stimuler la zone ano-génitale avec un tissu chaud et humide pour stimuler la miction et la défécation (Little, 2013; Wilborn, 2018).



Figure 7: Position adaptée du nouveau-né pour le biberonnage.

(A) Nouveau-né de cinq heures, sa mère est encore sédatée à la suite de la césarienne et ne peut pas le nourrir. (B) Nouveau-né de deux semaines, orphelin. Source : Bracq Marjorie

EN RÉSUMÉ :

Le nid des nouveau-nés doit rester **propre** et **sec** dans un endroit **calme** et sans courants d'air. La **température** de leur environnement doit être maintenue entre 29 et 32°C la première semaine (27°C les deux semaines suivantes) et l'**hygrométrie** entre 55 et 65%.

A la naissance, le chaton dispose d'un **réflexe de fouissement** et d'un **réflexe de succion** pour se nourrir. Les trois premières semaines de vie, il n'est pas capable d'**uriner** et de **déféquer** volontairement : il faut stimuler son comportement éliminatoire par **réflexe périnéal** en **frottant la zone anogénitale**.

L'**instinct maternel** se développe immédiatement après la mise-bas : la mère allaite, réchauffe, toilette et protège ses petits.

Dans certains cas, la mère ne peut assurer ses fonctions et le propriétaire doit prendre le relais avec des soins de **nursing**. Le chaton est alors **biberonné** avec du lait maternisé ou **adopté** par une mère de substitution. En clinique vétérinaire, des **sondages orogastriques** peuvent facilement être mis en place.

Pour la réalimentation par l'humain, le chaton doit **obligatoirement** être positionné en **décubitus ventral** avec la **tête légèrement surélevée** et doit avoir une **température rectale supérieure à 35°C**.

II. Importance de la prise colostrale chez le chaton nouveau-né

La partie suivante aborde l'alimentation du nouveau-né et l'importance de sa bonne gestion car elle influence en grande partie sa santé. Effectivement, le colostrum (puis le lait) ingéré au cours des tétées est à l'origine de la croissance et de l'immunité des nouveau-nés et permet de répondre à leurs besoins (lutte contre l'hypothermie, l'hypoglycémie et la déshydratation) par un apport d'énergie thermique, glucidique et hydrique fondamental.

A. Importance de l'immunité passive : transfert d'immunité systémique et locale

La chatte, qui est un carnivore domestique, possède une placentation dite endothéliochoriale. Il y a quatre épaisseurs tissulaires qui séparent le sang maternel et le sang fœtal (Pereira et al., 2023). Ce type de placentation limite fortement le passage des immunoglobulines de la mère au fœtus au cours de la gestation (Giger, 1997; Little, 2013). Les chatons naissent alors agammaglobulinémique ou presque (Fournier & Chastant-Maillard, 2017b). Selon l'article (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b), le taux sérique d'immunoglobuline G varie entre 0,03 et 0,21 g/L chez un chaton qui vient de naître. Parfois, les IgG ne sont même pas détectables (Pereira et al., 2023). Ainsi, les nouveau-nés sont immunologiquement immatures et incapables de se défendre contre les maladies infectieuses avant un quelconque transfert d'immunité (Casal, 2010b).

Chez le chat adulte, l'entrée et l'installation pérenne des pathogènes sont limitées par les anticorps mais aussi grâce à des barrières physiques naturelles : la peau, les muqueuses, le microbiote intestinal et l'acidité du tractus digestif secondaire à l'acide chlorhydrique produit par la muqueuse gastrique. Cependant, ces barrières ne sont pas encore totalement fonctionnelles à la naissance. Chez les chatons nouveau-nés, la peau est immature, le microbiote intestinal n'est pas encore développé et le pH gastrique est neutre du fait de la faible quantité d'acide chlorhydrique sécrétée initialement par l'estomac. Après la gestation dans un placenta stérile, l'extérieur constitue un environnement à risque majeur pour les chatons. Leur condition immature favorise la survie des bactéries pathogènes auxquelles ces derniers sont exposés en masse dès le part (Pereira et al., 2023). De ce fait, le sepsis

représente la première cause de mortalité au cours des 21 premiers jours de vie (Little, 2013; Pereira et al., 2023).

Pour avoir une réponse immunitaire satisfaisante et survivre, l'étape-clé pour les nouveau-nés est le transfert passif d'immunité qui se fait via l'ingestion rapide et en quantité adéquate de colostrum maternel (Giger, 1997). En effet, en fin de gestation, les glandes mammaires accumulent les IgG provenant du sang maternel grâce à des récepteurs. Ces anticorps maternels sont ensuite excrétés à d'importantes concentrations (variant de 50 à 70 g/L entre les individus) dans le colostrum au cours des premières tétées (Chastant-Maillard et al., 2017; Fournier & Chastant-Maillard, 2017b). Ces macromolécules ingérées sont ensuite absorbées en regard de l'intestin grêle proximal et rejoignent la circulation systémique du nouveau-né (Little, 2013). Cela est notamment rendu possible grâce à la présence d'antitrypsines dans le colostrum, empêchant la digestion des immunoglobulines dans le tube digestif du chaton (Fournier & Chastant-Maillard, 2017b).

Les IgG constituent les acteurs majeurs de l'immunité systémique du chaton, et proviennent à 97% du colostrum ingéré (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b). En effet, 24h après son administration aux chatons, ils acquièrent une concentration sérique de l'ordre de 25 g/L (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b). Ces anticorps leur permettent de lutter de manière limitée contre les pathogènes qui les entourent.

Outre les IgG, le colostrum comporte d'autres éléments de défense permettant d'aider les nouveau-nés à se protéger des agents infectieux. Il se compose, entre autres, d'IgA qui entrent en jeu dans l'immunité locale (notamment digestive et respiratoire), de leucocytes (neutrophiles, lymphocytes, macrophages) qui interviennent dans l'immunité systémique comme locale, et de facteurs antimicrobiens non spécifiques (lysozyme, lactoferrine) qui participent à l'immunité digestive locale et au maintien d'une flore digestive favorable (Chastant-Maillard et al., 2017; Fournier, Mila, & Chastant, 2017b).

Pour conclure, en l'absence de prise colostrale, les nouveau-nés sont à risque majeur de développer des infections pouvant aller très rapidement jusqu'au sepsis et à la mort.

EN RÉSUMÉ :

La chatte possède une placentation **endothéliochoriale** qui empêche le transfert d'anticorps aux fœtus au cours de la gestation.

Pour limiter la contamination par des agents infectieux, les nouveau-nés doivent impérativement téter le **colostrum maternel** qui permet un **transfert d'immunité passive**.

Le colostrum est riche en anticorps **IgG** (50 à 70 g/L) et contient aussi des **IgA**, des **leucocytes** et des **facteurs antimicrobiens**.

Les immunoglobulines G ingérées constituent **97%** de l'immunité du chaton, qui en présente un **titre sérique** égal à **25 g/L** environ 24 heures après la prise colostrale.

B. Importance nutritionnelle du colostrum

Le colostrum contient l'ensemble des éléments permettant de répondre aux besoins physiologiques fondamentaux des nouveau-nés : besoins énergétiques, besoins de développement, besoins hydriques et besoins éliminatoires.

1. Répondre au besoin énergétique du nouveau-né

En plus d'être indispensable d'un point de vue immunitaire, la prise colostrale permet aux chatons un apport crucial en énergie métabolisable (Little, 2013).

Via l'apport de nutriments comme les lipides, les glucides (notamment le lactose) et les protéines, le colostrum représente une source d'énergie essentielle pour la survie, la bonne santé et la croissance des chatons (Rossi et al., 2021). En effet, un défaut de nutrition au cours des premiers instants de vie engendre un retard précoce de croissance. Un tel retard semble les prédisposer au syndrome de dépérissement du chaton, aboutissant à une mort probable (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b).

Pour rappel, du fait de leur physiologie, les nouveau-nés sont susceptibles de développer facilement une hypothermie et une hypoglycémie dès les premières heures de vie. L'ingestion du colostrum maternel permet au chaton de maintenir sa glycémie grâce aux nutriments qu'il contient. Les glucides provenant de cette alimentation, sont

directement utilisés par le foie des nouveau-nés afin de produire de l'énergie et de réaliser la thermogénèse (Outters-Boillin & Thébault, 2023; Rossi et al., 2021). Ainsi, le colostrum maternel ingéré dès la naissance au cours de repas réguliers et fréquents permet au chaton de lutter contre l'hypoglycémie et l'hypothermie qui le menacent (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b; Rossi et al., 2021).

Malgré de légères variations interindividuelles, la concentration énergétique du colostrum maternel félin est comprise entre 1170 et 1300 kcal/L d'après les différentes sources scientifiques (Chastant-Maillard et al., 2017; Pereira et al., 2023; Rossi et al., 2021). Cette énergie est apportée à 50% par les protéines et à 40% par les lipides qu'il contient (Chastant-Maillard et al., 2017; Pereira et al., 2023).

En comparaison avec du lait maternel prélevé plus tard au cours de la lactation, il y a en moyenne plus de protéines, plus de lipides et moins de glucides mais l'apport énergétique total est similaire. Ainsi, si la mère d'une portée ne produit pas de colostrum, alors les besoins énergétiques des nouveau-nés peuvent être comblés par une autre mère à n'importe quel stade de lactation (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b).

2. Permettre la maturation et le développement des différents systèmes du nouveau-né

L'apport de colostrum aux chatons joue également un rôle important dans l'initiation et le bon déroulement du développement et de la maturation extra-utérins des organes et des différents systèmes (Rossi et al., 2021).

Outre les nutriments cités plus haut, le colostrum contient également de nombreuses hormones (cortisol, insuline, thyroxine, hormones de croissance) et facteurs de croissance (facteur de croissance insulin-like IGF, facteur de croissance transformant-bêta TGF- β) (Fournier & Chastant-Maillard, 2017b; Pereira et al., 2023). Ces molécules jouent un rôle dans le développement et la maturation du tractus gastro-intestinal et de ses annexes (foie, pancréas, thyroïde). Elles participent notamment à la différenciation de l'épithélium digestif et au développement du microbiote digestif (Outters-Boillin & Thébault, 2023; Pereira et al., 2023). Les muqueuses digestives développées servent ensuite également de barrière physique et immunitaire contre les pathogènes et les toxiques auxquels pourraient être exposés les chatons (Rossi et al., 2021).

Le colostrum contient également des enzymes digestives dont l'action, combinée avec ces processus de maturation, favorise les processus de digestion et d'absorption des nutriments et donc la croissance des nouveau-nés (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b; Fournier & Chastant-Maillard, 2017b).

De plus, le colostrum apporte des vitamines A et D. Les vitamines A jouent un rôle dans la croissance et le développement, la différenciation cellulaire, la vision, la santé cutanée et la synthèse protéique. La vitamine D intervient dans la régulation du calcium sanguin par absorption intestinale et est fondamentale pour le développement des os et le fonctionnement du système immunitaire (Rossi et al., 2021).

3. Répondre aux besoins hydriques et déterminer le volume circulant du nouveau-né

Du fait de sa condition en période néonatale, le chaton est à risque important de déshydratation. Ainsi, ses besoins fluidiques d'entretien sont plutôt élevés et varient entre 13 et 22 ml/100g/j avec une moyenne estimée à 18 ml/100g/j (Casal, 2010b; Little, 2013).

A la naissance, l'eau contenue dans le colostrum constitue la seule source physiologiquement disponible pour répondre à la demande en fluide des chatons. L'absorption du colostrum joue un rôle important dans l'établissement du volume circulatoire du nouveau-né car celui-ci dépend directement de la quantité ingérée. De plus, les barorécepteurs n'étant pas fonctionnels au cours des quatre premiers jours post-partum, la fréquence cardiaque des nouveau-nés dépend directement de leur pression artérielle, qui dépend du volume sanguin (Rossi et al., 2021). Dès lors, si la prise colostrale est insuffisante, une bradycardie sévère peut se déclencher conjointement aux autres problèmes (déshydratation, hypoglycémie, hypothermie).

4. Répondre au besoin d'élimination

Pour finir, le colostrum ingéré par le nouveau-né joue également un rôle laxatif. Effectivement, il contient des substances qui permettent de faciliter l'élimination du méconium et donc l'excrétion des premiers déchets métaboliques du chaton (Rossi et al., 2021). Le méconium correspond aux premières selles évacuées par le nouveau-né. Il est reconnaissable par son aspect visqueux et sa couleur verdâtre à jaunâtre,

souvent foncée. Il est souvent inodore (figure 8). Il se constitue des déchets du liquide amniotique absorbé en fin de gestation (Outters-Boillin & Thébault, 2023).



Figure 8: Méconium (couleur foncée) et selles d'un nouveau-né nourri avec du lait maternisé (couleur jaunâtre)

Source : Münnich, 2022

EN RÉSUMÉ :

Le colostrum lutte contre l'hypoglycémie et l'hypothermie par un apport en **lipides**, **glucides** et **protéines** avec une concentration énergétique comprise entre **1170 et 1300 kcal/L**.

Il apporte également des **hormones**, des **facteurs de croissance**, des **enzymes digestives** et des **vitamines** qui permettent le bon développement du chaton et la maturation de ses organes.

La prise colostrale permet de répondre aux besoins hydriques du nouveau-né qui s'élèvent en moyenne à **18 ml/100g/jour**. Elle permet aussi d'établir le **volume sanguin circulant** du nouveau-né et la **fréquence cardiaque** qui en découle.

Le colostrum contient des substances **laxatives** qui permettent l'élimination du **méconium**, premières selles du nouveau-né.

C. Conditions requises pour une bonne prise colostrale

Au cours de la période néonatale, la survie du chaton dépend fortement de la prise colostrale et de l'immunité passive qu'il reçoit. Le niveau d'immunité passive acquis par le chaton est déterminé par trois critères qui doivent être respectés : la quantité de colostrum ingéré, sa qualité et le délai de cette ingestion (Little, 2013). La partie suivante abordera ces critères et proposera des alternatives en cas de défaut de prise colostrale.

1. *Quantité de colostrum nécessaire*

Comme énoncé plus tôt, le poids corporel moyen d'un chaton à la naissance est de 100 grammes (Kirk, 2001).

Les besoins énergétiques quotidiens d'un nouveau-né dans l'espèce féline sont estimés à 15 kcal/100g/j d'énergie métabolisable au cours des trois premiers jours de vie. A partir du 6^{ème} jour de vie et pour le reste de la période néonatale, ils sont estimés entre 20 et 25 kcal/100g/j (Kirk, 2001; Little, 2013; Rossi et al., 2021). Pour couvrir ses besoins énergétiques, le chaton dépend de l'ingestion de colostrum au cours des deux - trois premiers jours de vie puis de lait maternel. Ainsi, l'ingestion minimale de colostrum est approximée à 16ml/100g/j avec un colostrum de valeur énergétique moyenne (Chastant-Maillard et al., 2017).

2. *Qualité du colostrum requise*

Le colostrum maternel est caractérisé par sa valeur énergétique mais également par sa qualité immunologique. Pour que le colostrum soit de bonne qualité et assure la bonne santé et la survie des nouveau-nés d'une portée, ces deux paramètres fondamentaux doivent être adéquats. Étonnamment, d'après les recherches scientifiques, ces deux paramètres ne sont pas reliés et peuvent varier indépendamment l'un de l'autre entre les individus (Chastant-Maillard et al., 2017).

En laboratoire, la qualité immunologique du colostrum peut être évaluée par la mesure de sa concentration en immunoglobulines et plus particulièrement en IgG. Effectivement, les IgG représentent 96% des immunoglobulines totales du colostrum (Pereira et al., 2023). Leur concentration est en moyenne de 60 g/L de colostrum (Fournier & Chastant-Maillard, 2017b). Chez les chats, un colostrum avec un taux d'IgG inférieur à 50 g/L est considéré de faible qualité, ce qui peut engendrer un déficit immunitaire chez le nouveau-né (Rossi et al., 2021).

En parallèle, la mesure du taux d'IgG dans le sérum du nouveau-né lorsqu'il est âgé de deux jours constitue la méthode de référence pour évaluer la qualité du transfert d'immunité passive de la mère aux petits. Un chaton en bonne santé aura un taux sérique à deux jours de vie de l'ordre de 30 g/L (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b). Cependant cette valeur, tout comme le taux d'IgG du colostrum, n'est pas mesurable directement en clinique. Cela passe par un laboratoire agréé donc cela peut

être coûteux et les résultats n'arrivent qu'en un à deux jours (Pereira et al., 2023). De plus, le seuil précis de concentration sérique en IgG minimale des chatons pour les protéger efficacement est encore indéterminé actuellement dans l'espèce féline, à l'inverse d'autres espèces comme le chien (Chastant-Maillard et al., 2017).

Des études ont mis en évidence des marqueurs indirects de la prise colostrale et de la qualité du transfert d'immunité passive : la mesure des concentrations sériques en phosphatases alcalines (PAL) et en gamma glutamyl transférase (GGT) du chaton à 24 heures de vie (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b). Il a été défini avec une sensibilité de 96% et une spécificité de 93% que si $PAL < 1500 \text{ UI/L}$ dans le sérum d'un chaton d'un jour, alors il y a un déficit colostrale et des mesures supplémentaires doivent être mises en place pour la survie du chaton (P.-C. Crawford et al., 2006; Fournier, Mila, & Chastant, 2017b).

En élevage, le suivi rapproché du poids et de la croissance des nouveau-nés reste le moyen le plus simple, rapide et économique pour évaluer la qualité du colostrum maternel (ou du lait maternel) et la qualité du transfert passif d'immunité (Kirk, 2001).

3. *Délai pour la prise colostrale*

En supplément de la qualité du colostrum et de la quantité ingérée, il est nécessaire pour assurer une bonne prise colostrale qu'elle soit rapide après la mise-bas.

Effectivement, le colostrum est une sécrétion spécifique de la glande mammaire produite les deux premiers jours de lactation (Chastant-Maillard et al., 2017). En l'espace de 24 heures, la concentration totale en IgG du colostrum décroît de moitié et en 48 heures, le passage du colostrum au lait se fait par un déclin total des IgG (Pereira et al., 2023). Cette diminution rapide du taux d'IgG sécrétées s'accélère dès 12 heures post-partum. Passé ce délai, la qualité immunologique du colostrum diminue drastiquement pour les nouveau-nés (Rossi et al., 2021).

En parallèle, il y a une rapide diminution de la perméabilité de la muqueuse intestinale des chatons. A la naissance, les jonctions serrées entre les entérocytes ne sont pas encore bien développées ce qui permet l'absorption des immunoglobulines intactes dans le sang au niveau de l'intestin grêle. La barrière intestinale se développe

rapidement et devient presque imperméable aux anticorps maternels après 16 heures de vie. Le taux de macromolécules absorbées après 12 heures de vie est déjà fortement diminué (Fournier, Mila, & Chastant, 2017b; A. K. Johnson & Johnson, 2022; Pereira et al., 2023; Rossi et al., 2021).

Ainsi, les chatons nouveau-nés doivent recevoir un colostrum maternel de bonne qualité immunologique et en quantité suffisante au cours de leurs 12 premières heures de vie (figure 9) afin d'obtenir un titre sérique en anticorps suffisant pour se défendre contre les agents infectieux (Giger, 1997; Little, 2013).



Figure 9: Nouveau-nés buvant le colostrum au cours des premières heures de vie.

*Chats européens, après une césarienne.
Source : Bracq Marjorie.*

4. Solutions alternatives

Comme expliqué dans le paragraphe sur le nursing, si la prise colostrale est insuffisante ou inexistante, le propriétaire doit intervenir afin de maximiser les chances de survie des nouveau-nés (figure 10).

La meilleure solution pour corriger un déficit de transfert passif d'immunité et d'énergie reste l'administration de colostrum félin, qui fournit à la fois les nutriments nécessaires au chaton mais également les anticorps. La solution la plus pratique consiste en l'adoption du nouveau-né lors des 12 premières heures de vie par une autre chatte en lactation (qui a mis bas au cours des deux jours précédents) car celle-ci va fournir des soins maternels (toiletage, stimulation de la miction et défécation...)

en addition du colostrum (Pereira et al., 2023). Cependant, une autre femelle au même stade de lactation que la mère est rarement disponible (Little, 2013). Sinon, du colostrum félin peut être administré au chaton par voie orale avec un biberon ou une sonde orogastrique si une banque de colostrum félin congelé est disponible, ce qui reste plutôt rare également (Chastant et al., 2020; Fournier, Mila, & Chastant, 2017a).

Si aucun colostrum n'est disponible, il existe des substituts colostraux (Chastant, 2020). Du sérum de chat adulte sain contenant des titres suffisants d'anticorps spécifiques de certains pathogènes (chat adulte vacciné ou naturellement exposé aux pathogènes) peut être administré au chaton pour combler le déficit de transfert passif d'immunité (Little, 2013). Cela n'apporte alors pas de nutriments. En complément, il faut biberonner le nouveau-né avec du lait maternisé pour combler ses besoins énergétiques (Pereira et al., 2023). Les repas doivent être administrés toutes les deux à quatre heures au cours des premiers jours de vie, ce qui en fait une technique plutôt chronophage (Kirk, 2001). L'administration du sérum félin peut être faite par voie orale si la barrière intestinale n'est pas encore fermée (jusqu'à 12 heures après la mise-bas), mais s'il est plus tard, le sérum doit être injecté par voie sous-cutanée ou intra-péritonéale. Une étude a démontré qu'en recevant 15 ml de sérum divisés en trois injections sur 24 heures, un chaton de 100 grammes obtenait une concentration sérique en IgG équivalente à un chaton ayant eu du colostrum maternel physiologiquement (J. K. Levy et al., 2001; Little, 2013; Pereira et al., 2023).

L'apport d'immunoglobulines provenant d'autres espèces (colostrum équin) a été testé afin de corriger le déficit de transfert passif chez les chatons privés de colostrum, mais ne s'est pas révélé concluant (P. C. Crawford et al., 2003).

A l'avenir, l'administration d'immunoglobulines IgY provenant du jaune d'œuf de poules immunisées contre des antigènes félins, à combiner avec un lait maternisé pour apporter les nutriments serait une solution adaptée à mettre en place. Pour l'instant, cette découverte se met en pratique chez les chiots mais n'est pas encore utilisée pour les chatons (Chastant et al., 2020; Fournier, Mila, & Chastant, 2017a).

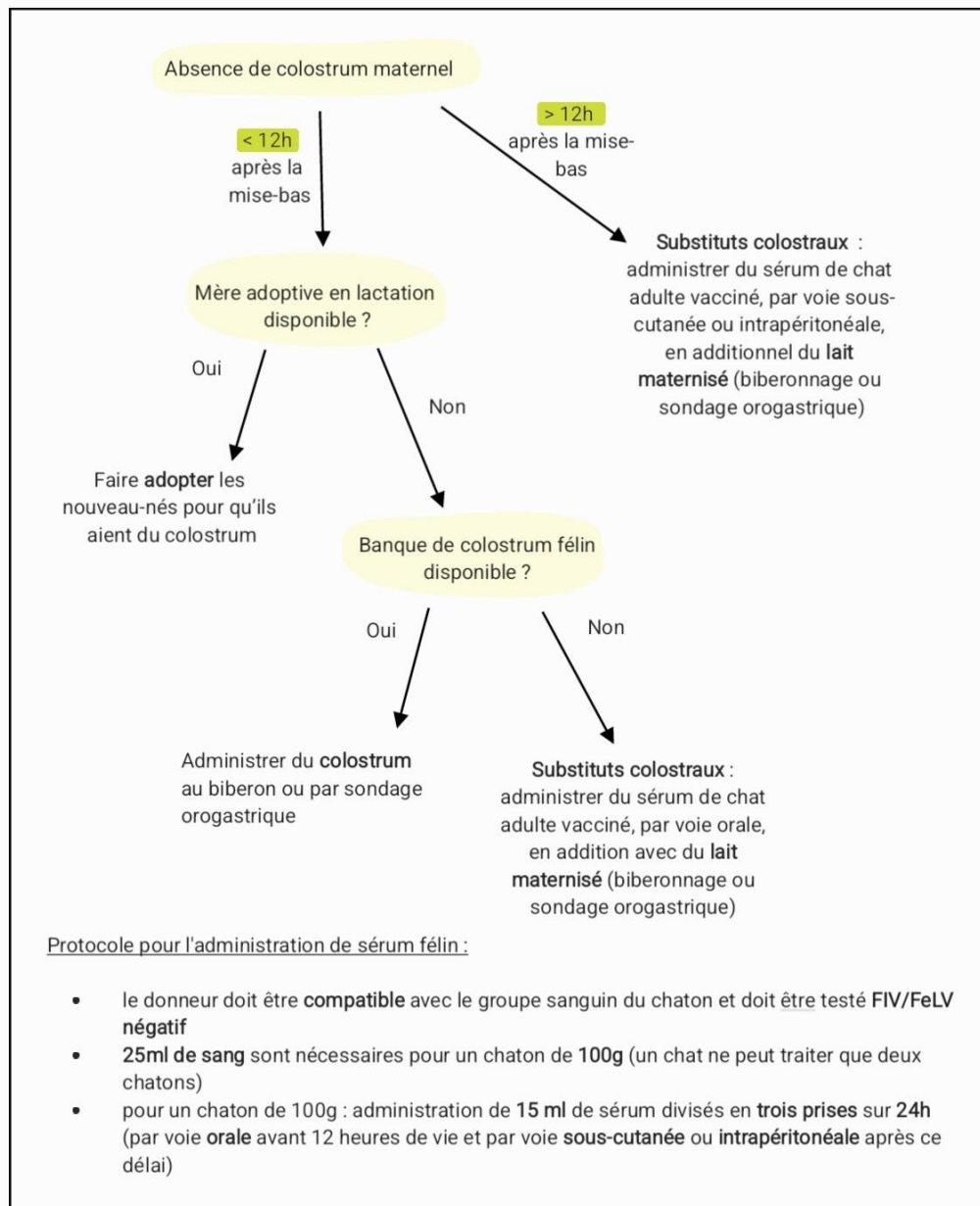


Figure 10: Solutions alternatives à la prise colostrale normale.

En cas de non-respect des conditions pour une bonne prise colostrale (absence de mère, défaut de lactation, incompatibilité...), l'éleveur doit trouver des solutions alternatives pour que les chatons soient protégés. Source : Bracq Marjorie

EN RÉSUMÉ :

Pour combler ses besoins énergétiques qui s'élèvent à **15 kcal/100g/j** et bénéficier d'un bon transfert d'immunité passive, un chaton nouveau-né doit recevoir environ **16 ml/100g/j** de colostrum maternel de bonne qualité au cours des **12 premières heures** de vie.

Un colostrum est de **bonne qualité** si son taux d'**IgG** est supérieur à **50 g/L**.

Si 48 heures après la naissance, les **IgG sériques** (marqueur **direct**) du chaton sont **inférieures à 30 g/L** ; si 24 heures après la naissance, les **PAL** (marqueur **indirect**) du chaton sont **inférieures à 1500 UI/L** ou si une absence de prise de poids du nouveau-né est constatée après la naissance : le chaton présente un **déficit colostral** et donc un **déficit d'immunité passive**.

Dans les cas où la prise de colostrum maternel n'a pas été effectuée ou a été infructueuse, diverses **alternatives** sont possibles et sont exposées dans la figure 10.

III. Evaluation des chatons à la naissance

Pour évaluer le bon état général d'un chaton à la naissance, plusieurs éléments sont à prendre en compte et peuvent avoir un impact colossal sur la survie à court terme du nouveau-né. Cette partie abordera l'influence d'une mise-bas dystocique et du faible poids à la naissance, tout en s'appuyant sur une méthode universelle de notation de la vitalité du nouveau-né.

A. Influence du type de mise-bas et mesures de réanimation

L'évaluation des chatons à la naissance est primordiale et peut être davantage exigeante selon le type de mise-bas.

Effectivement, les chatons issus de mise-bas dystociques, prolongées ou de césarienne sont à risque majeur d'hypoxie, de détresse respiratoire, de bradycardie et donc de mortalité néonatale (Davidson, 2014; Hibar et al., 2022). Selon l'étude (Bailin et al., 2022), la dystocie féline est une situation d'urgence qui peut mener jusqu'à 34% de mortalité néonatale, qu'elle soit prise en charge médicalement ou chirurgicalement.

Le passage des agents anesthésiques dépresseurs cardio-respiratoires au travers de la barrière placentaire en est décrit comme l'une des causes principales (Sendag et al., 2025). Ainsi, si des opioïdes ont été utilisés dans le protocole anesthésique de la mère, il est nécessaire pour annuler leurs effets d'administrer au nouveau-né de la naloxone à 0.1 mg/kg via son cordon ombilical (Maticka, 2022; Wilborn, 2018).

Une étude a démontré que les chatons nés par césarienne ont moins de vitalité, moins de réflexes et une saturation en oxygène dans le sang (SpO₂) plus faible à la naissance que les chatons nés de mise-bas eutocique (Hibaru et al., 2022).

Les mises-bas dystociques retardent également la prise colostrale, absolument indispensable à la survie du nouveau-né comme évoqué en partie 1.II. D'une part, car l'hypoxie engendrée entraîne un réflexe de succion diminué à absent chez les chatons (Sendag et al., 2025). D'autre part car la mère, encore sédatée de l'anesthésie de la césarienne, a plus de difficulté à s'occuper de sa portée au cours des premières heures (figure 11). L'instinct maternel semble être revenu environ 24 heures post-anesthésie (Davidson, 2014).

Ainsi, une attention particulière avec des soins de réanimation plus importants doit être portée aux chatons nés de dystocie afin d'augmenter leurs chances de survie au cours de la période néonatale (Bailin et al., 2022; Hibaru et al., 2022; Mila et al., 2017).



Figure 11: Femelle primipare British Shortair et ses deux chatons, quelques minutes après la césarienne.

Encore sédatée, la mère ne peut pas s'occuper des petits. Une fois réveillée, son comportement devra être surveillé et les chatons biberonnés jusqu'à reprise d'un instinct maternel normal. Une lampe chauffante a été placée proche des chatons pour limiter leur hypothermie. Source : Bracq Marjorie

B. Score APGAR et score de réflexe

Une fois les fonctions cardiaque et respiratoire du nouveau-né stabilisées après la mise-bas, il est important d'effectuer un examen clinique complet (Mila et al., 2017). Il est nécessaire d'évaluer la vitalité et la viabilité des chatons dès les premiers instants de vie pour identifier lesquels sont à risque élevé de mortalité et doivent être particulièrement surveillés.

En médecine humaine, le score APGAR défini par Virginia Apgar en 1952 permet d'évaluer la santé des nouveau-nés de manière rapide et objective, cinq minutes après la naissance. Cette méthode est actuellement largement répandue dans de nombreux pays (Peterson & Kutzler, 2010; Veronesi et al., 2009).

Plusieurs études, la première datant de 2009, ont proposé des scores APGAR modifiés pour évaluer la vitalité et la viabilité des chiots de la même façon (Veronesi et al., 2009). En comparaison et à notre connaissance, seulement deux études scientifiques ont analysé l'efficacité de cette méthode chez les chatons en proposant également des score APGAR modifiés pour cette espèce (Axelsson, 2019; Hibar et al., 2022).

Ainsi, cinq paramètres dénommés par les lettres du nom APGAR sont pris en compte : Apparence, Pouls, Grimace, Activité et Respiration. Ces paramètres sont évalués sur les nouveau-nés par : la couleur des muqueuses, la fréquence cardiaque, la réponse aux stimuli, le tonus musculaire/les mouvements et la fréquence respiratoire (figure 13). En fonction de leur évaluation, chaque paramètre est noté 0, 1 ou 2 : avec 0 pour un score faible et 2 pour un score satisfaisant (tableau 1). Puis les cinq notes sont additionnées pour donner un score de vitalité du nouveau-né sur 10, qui représente son score APGAR (Axelsson, 2019; Mila et al., 2017; Peterson & Kutzler, 2010). Selon (Hibar et al., 2022), si le nouveau-né présente un score APGAR inférieur ou égal à 3 alors sa vitalité est faible et il faut lui prodiguer des soins d'urgence supplémentaires. Entre 4 et 6, sa vitalité est modérée, des manœuvres de réanimations pourraient être nécessaires et il faudra le surveiller avec attention. Si le chaton dispose d'un score total supérieur ou égal à 7, sa vitalité est normale et sa condition clinique est favorable pour survivre.

Tableau 1: Proposition de score APGAR modifié pour les chatons.

Source : d'après Hibaru et al., 2022

↓ Paramètres \ Score →	0	1	2
Couleur des muqueuses	cyanosées	pâles	roses
Fréquence cardiaque	< 100 bpm	< 180 bpm	200-280 bpm
Réponse aux stimuli	absence	quelques mouvements	vigoureuse
Tonus musculaire	flasque	quelques flexions des membres	mouvements actifs
Fréquence respiratoire	absence ou < 10 mpm	faible et irrégulière, < 40 mpm	régulière et rythmée, 40-160 mpm

Interprétation du score de vitalité : vitalité faible (0-3), vitalité modérée (4-6) et vitalité normale (7-10).

bpm = battements par minute, mpm = mouvements par minute

Les réflexes primaires des chatons sont également à évaluer à la naissance (Casal, 2010a; Wilborn, 2018). Un score de réflexe a été proposé par l'étude (Hibaru et al., 2022) en addition du score APGAR afin de caractériser la vitalité des chatons nouveau-nés (tableau 2). Ainsi, les réflexes de succion, de fouissement et de redressement sont observés à la naissance et notés selon le même principe pour donner un score final entre 0 et 6 (figure 12). Un score de réflexe entre 0 et 2 est corrélé à un constat de faible vitalité du chaton ; entre 3 et 4 à une vitalité modérée et entre 5 et 6, à une vitalité normale, comme l'avait proposé Veronesi et al. (2009).

Tableau 2: Proposition de score de réflexes néonataux modifié pour les chatons.

Source : d'après Hibaru et al., 2022

↓ Réflexes \ Score →	0 (absent)	1 (faible)	2 (fort)
Succion	absent	faible intensité	forte intensité et aspiration avec la langue
Fouissement	absent	recherche lente avec le museau et les membres thoraciques dans la main de l'évaluateur	recherche immédiate avec le museau et les membres thoraciques dans la main de l'évaluateur
Redressement	absent	lent repositionnement du corps	repositionnement du corps immédiat

Interprétation du score de vitalité : vitalité faible (0-2), vitalité modérée (3-4) et vitalité normale (5-6).

Score APGAR et score de réflexe sont hautement corrélés. Ainsi, un chaton avec un score APGAR < 6 aura souvent des réflexes de succion et d'enfouissement diminués, péjorant son pronostic (Casal, 2010a; Hibar et al., 2022).

Ces méthodes de notation ont les avantages d'être facile et rapide à réaliser, objectives, peu coûteuses et non invasives. De plus, elles n'interfèrent pas avec les besoins de soins maternels du chaton et aucun matériel particulier n'est nécessaire. Ainsi, les scores APGAR et de réflexe peuvent être systématiquement réalisés par les éleveurs à la maison (cadre de mise-bas eutocique) ou par le personnel vétérinaire en clinique (cadre de mise-bas dystocique) (Axelsson, 2019).)

A ces examens standardisés s'ajoute la recherche systématique et immédiate de potentielles anomalies congénitales, que nous aborderons plus tard (Axelsson, 2019; Mila et al., 2017; Wilborn, 2018).

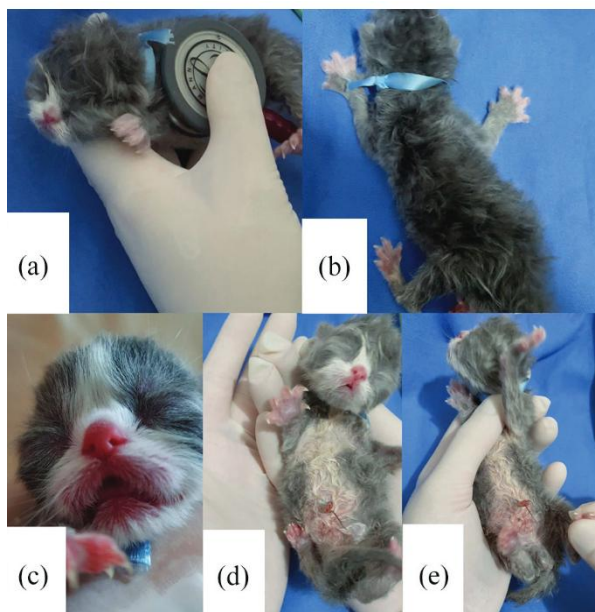


Figure 12: Evaluation du score APGAR d'un chaton à la naissance.

(a) fréquence cardiaque, (b) fréquence respiratoire, (c) couleur des muqueuses, (d) tonus musculaire, (e) réponse aux stimuli. Source : Hibar et al., 2022

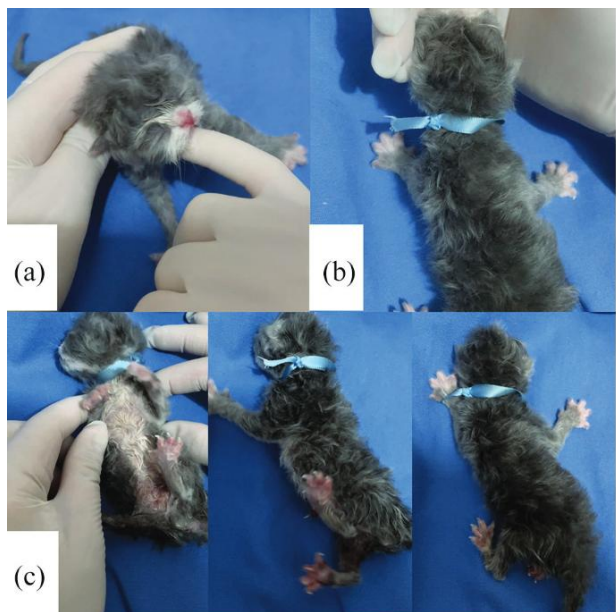


Figure 13: Evaluation du score de réflexes néonataux d'un chaton à la naissance.

(a) réflexe de succion, (b) réflexe de fousissement, (c) réflexe de redressement. Source : Hibar et al., 2022

C. Poids à la naissance

En 2021, une étude a démontré que seul un quart des éleveurs félins français pensent que le faible poids à la naissance est un facteur de risque pour la mortalité néonatale (Mugnier et al., 2021).

Pourtant, un chaton avec de faibles réserves énergétiques au cours des premières heures de vie rencontrera des difficultés à produire de la chaleur et à s'alimenter. Il aura alors plus de risque d'hypothermie, d'hypoglycémie et de déshydratation donc de mortalité néonatale (Mugnier et al., 2021). Ainsi, le score APGAR des chatons à la naissance est significativement corrélé à leur poids (Axelsson, 2019; Hibar et al., 2022). Comme pour de nombreux autres mammifères domestiques, le faible poids à la naissance est un facteur pronostic négatif majeur pour la vitalité et donc la survie des nouveau-nés félins (Mugnier, Cane, et al., 2022; Mugnier et al., 2021, 2023).

Comme l'a souligné l'étude (Mugnier, Chastant, et al., 2022) en 2022, apporter une définition claire du faible poids à la naissance et déterminer des seuils de poids limite pour toutes les espèces est une étape indispensable pour mieux identifier les nouveau-nés fragiles et augmenter leurs chances de survie. C'est ce qu'a réalisé l'étude de grande ampleur de (Mugnier et al., 2023). Deux seuils de poids ont été identifiés créant trois groupes de chatons toutes races confondues. Le premier seuil de poids fixé à 82 grammes (variant entre 74g et 104g selon les races) permet de faire la différence entre le groupe des chatons de poids de naissance normal (concerne environ 80% de la population) et le groupe des chatons de faible poids à la naissance (concerne environ 19% de la population). Le deuxième seuil de poids fixé à 60 grammes (variant entre 60g et 78g selon les races) permet de faire la différence entre les chatons de faible poids à la naissance et les chatons de très faible poids à la naissance (concerne environ 1% de la population).

Cette étude a également confirmé l'impact significatif du poids à la naissance sur la mortalité des chatons entre 0 et 2 mois. Au sein des nouveau-nés de poids normal, seulement 4,5% de mortalité a pu être constaté au cours des deux premiers mois de vie, contre 16,5% chez les chatons de faible poids. Le bilan est encore plus dramatique pour les chatons de très faible poids à la naissance, avec la mortalité de plus de la moitié de la population (Mugnier et al., 2023). Une autre étude a démontré

que les plus petits chatons ont 13 fois plus de chances de mourir que les chatons les plus lourds (Dolan et al., 2021).

Dès lors, identifier les nouveau-nés de faible poids en les pesant à la naissance est une méthode rapide et peu coûteuse, facile à mettre en place pour détecter les chatons à risque élevé de mortalité. Ces petits peuvent alors être pris en charge plus spécifiquement par l'éleveur ou l'équipe vétérinaire (Mugnier, Chastant, et al., 2022; Wilborn, 2018).

EN RÉSUMÉ :

Les chatons issus de **mise-bas dystociques** et de **césarienne** ont des chances de **mortalité néonatale** plus élevées. La **naloxone** peut être utilisée comme **antidote** si les nouveau-nés ont été exposés à des **morphiniques** au cours de la césarienne.

Le **score APGAR** (**A**pparence, **P**ouls, **G**rimace, **A**ctivité et **R**espiration) modifié et le **score de réflexe** permettent d'évaluer la **vitalité** des nouveau-nés, **cinq minutes** après la mise-bas.

Un chaton avec un score APGAR supérieur ou égal à **7/10** est considéré comme **normal** et apte à survivre.

Un poids inférieur à **82 grammes** est considéré comme un **faible poids** de naissance et est corrélé à une **mortalité** néonatale de **16,5%**. Un poids inférieur à **60 grammes** est considéré comme un **très faible poids** de naissance et est associé à une **mortalité** néonatale supérieure à **50%**.

Un **faible score APGAR** et un **faible poids à la naissance** sont corrélés avec des taux de **morbidity** et de **mortalité** néonatales élevés.

Pour conclure, le nouveau-né félin est une unité à part entière qui dispose d'une physiologie et de besoins fondamentaux très différents des adultes. Il est sensible à l'hypothermie, l'hypoxie, la déshydratation et l'hypoglycémie. Sa survie au cours des trois premières semaines de vie dépend fortement de sa condition à la naissance, de sa prise colostrale, de sa mère et de son environnement. Cette première partie permet de mieux comprendre les causes de mortalité néonatale féline qui seront abordées en deuxième partie et de mieux appréhender les traitements possibles. L'ensemble de ces connaissances est indispensable à la réalisation des cas cliniques interactifs dont il sera sujet en troisième partie.

PARTIE 2 : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES PRINCIPALES AFFECTIONS NÉONATALES CHEZ LES CHATONS ET DE LEUR PRISE EN CHARGE

Connaître les principales causes de mortalité néonatale féline et savoir en reconnaître les symptômes courants permet de mieux utiliser l'anamnèse et l'examen des chatons malades afin d'améliorer le diagnostic, d'optimiser le traitement des différentes affections, le tout aboutissant à une meilleure prise en charge des nouveau-nés félins. Une bonne connaissance des protocoles réalisables en post mortem permet également d'augmenter les chances de survie du reste de la portée. Dans le but de réaliser deux cas cliniques interactifs fictifs portant sur des pathologies courantes du nouveau-né félin, cette partie explore les principales causes de morbidité et de mortalité néonatale féline ainsi que leurs traitements et leur prévention.

I. Principales affections responsables de mortalité néonatale chez le chaton

La mortalité néonatale constitue un enjeu majeur en médecine vétérinaire féline, notamment en élevage et en refuge. Selon la littérature actuelle, 7,9% à 14% des chatons d'élevage meurent entre la naissance et le sevrage (vers l'âge de deux mois) (Dolan et al., 2021; Fournier, Masson, et al., 2017; Romagnoli et al., 2019; Sparkes et al., 2006; Ström Holst & Frössling, 2009). Selon une étude de 2024, environ 70% de ces décès surviennent au cours de la première semaine de vie, dont la majorité à la naissance (Černá et al., 2024; Münnich, 2022). Ainsi, la période néonatale représente une étape cruciale pour les chatons dont le taux de mortalité reste très élevé.

A. Syndrome de dépérissement du chaton et syndrome des 3H

Dans de très nombreux cas, les chatons présentent le syndrome de dépérissement du nouveau-né avant de mourir (Bennett, 1999; Münnich, 2022). Il s'agit d'un syndrome multifactoriel, qui est mis en cause lorsqu'un ou plusieurs chatons d'une portée, apparemment nés en bonne santé, déclinent progressivement, sans

qu'aucune raison spécifique puisse être identifiée. Ces chatons présentent des difficultés à se développer, deviennent rapidement malades et rencontrent un taux de mortalité élevé au cours des deux premières semaines de vie. Ainsi, ce syndrome représente plus une description clinique qu'un diagnostic (Bennett, 1999; Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022; Peterson & Kutzler, 2010).

De ce syndrome découlent des signes cliniques récurrents, notamment le syndrome des trois H : Hypothermie, Hypoglycémie et Hypovolémie (qui peut être reliée à la désHydratation). Comme expliqué plus précisément précédemment (partie I.A), ces trois signes cliniques s'installent facilement et rapidement chez les chatons. Regroupés ensemble, ces paramètres ont souvent une issue fatale chez les nouveau-nés quand ils ne sont pas pris en charge immédiatement. Ils rendent notamment le chaton plus vulnérable aux agents infectieux (Fournier, Mila, Grellet, et al., 2017; A. Johnson, 2022; Münnich, 2022).

Un chaton en syndrome de dépérissement aura tendance à s'éloigner du reste de la portée. Il présentera potentiellement des difficultés à s'allaiter (absence de réflexe de succion, difficulté à déglutir, régurgitation de lait), une anorexie, des difficultés à prendre du poids (voire une perte de poids), une dyspnée, de la diarrhée, un abdomen distendu, une faiblesse musculaire et parfois, tout simplement une mort subite (Casal, 2010a; A. Johnson, 2022; Münnich, 2022).

Le syndrome de dépérissement du chaton résulte donc la plupart du temps en un ensemble de signes cliniques peu spécifiques, à partir desquels il est parfois difficile d'établir un diagnostic étiologique. Effectivement, la plupart des maladies néonatales présentent des similarités dans leur expression.

Il peut avoir de nombreuses étiologies possibles, dont certaines vont être abordées par la suite : cause nutritionnelle (malnutrition, absence de prise colostrale, faible poids à la naissance), infectieuse, génétique, immunitaire, toxique, traumatique, métabolique, environnementale ou encore parasitaire (Bennett, 1999; Gunn-Moore, 2006a; A. Johnson, 2022; Münnich, 2022).

B. Bactéries opportunistes, septicémie

En 2002, une étude a mis en évidence qu'environ 50% de la mortalité néonatale avant l'âge de deux semaines peut être attribuée à une cause infectieuse. Les

infections bactériennes représentent la moitié d'entre elles (Cave et al., 2002). Ainsi, la septicémie est la cause principale de mortalité néonatale au cours de la période qui s'étend de la première à la sixième semaine (J. Levy, 2006).

Les infections bactériennes rencontrées chez les chatons nouveau-nés sont la plupart du temps dues à des bactéries commensales, qui sont opportunistes et ubiquistes comme *Escherichia coli*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Pasteurella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Proteus spp.* et *Actinomyces pyogenes* (Bennett, 1999; Casal, 2010a; Gunn-Moore, 2006a; A. Johnson, 2022; Münnich, 2008, 2022).

Comme expliqué précédemment, le nouveau-né félin naît agammaglobulinémique ou presque. Si la prise colostrale est nulle ou insuffisante, les chatons présentent une immunodéficience marquée, qui les rends vulnérables aux infections notamment bactériennes. Le syndrome des trois H, la co-infection avec un virus, une alimentation inadéquate, une mauvaise gestion et/ou hygiène de l'élevage et la plupart des maladies non-infectieuses (anomalies congénitales, traumatismes...) sont autant d'autres facteurs qui peuvent prédisposer un chaton aux infections bactériennes (A. Johnson, 2022; Münnich, 2008, 2022).

Différentes sources peuvent infecter les nouveau-nés : la mère (bactéries dans les pertes vaginales, dans le lait, dans les selles, sur la peau, dans la cavité buccale (davantage quand elle présente du tartre)), un environnement contaminé (mauvaise hygiène de l'environnement) et parfois les autres animaux du foyer (autres chats de l'élevage, chiens...) (Münnich, 2008, 2022). Ainsi, il faut être particulièrement vigilant quand la mère présente une métrite, une mammite, une dermatite, une otite ou une quelconque autre infection au cours de la période néonatale. Il est également nécessaire de veiller à la propreté de la plaie lorsqu'il y a eu une césarienne (Bennett, 1999).

La transmission des bactéries se fait par contact direct avec la source infectée : par léchage, au cours de la tétée, par ingestion de lait contaminé.... Les bactéries s'installent après être entrées via la cavité orale des nouveau-nés ou via le cordon ombilical (Casal, 2010a; Münnich, 2022).

La septicémie néonatale se développe quand la charge bactérienne est telle que les défenses immunitaires du chaton sont dépassées (A. Johnson, 2022; Münnich, 2008, 2022). Il s'agit d'une affection systémique grave qui se caractérise par une réponse inflammatoire généralisée à la présence de bactéries ou de leurs toxines dans le sang. Des facteurs tels que l'hypothermie, l'hypoglycémie, l'iléus gastro-intestinal et la surcharge bactérienne favorisent le passage des bactéries du tube digestif à la circulation sanguine du nouveau-né par translocation bactérienne (Daniels & Spencer, 2011; Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022).

Quand les nouveau-nés développent une septicémie, cela s'accompagne souvent du syndrome de dépérissement du chaton ("fading kitten syndrome"). Les signes cliniques sont peu spécifiques et varient en fonction de la zone infectée, de l'agent infectieux en cause et de la sévérité de l'infection. Les symptômes récurrents sont : une hypothermie, une léthargie, un refus de téter, une perte de poids, des plaintes, une diarrhée (figure 14). Une dermatite, une omphalite, une dyspnée ou une conjonctivite purulente peuvent également se développer en fonction de la localisation de l'infection (Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022).



Figure 14: Diarrhée sur un chaton nouveau-né en sepsis.

(A) méconium consistant chez un nouveau-né en bonne santé, (B) méconium diarrhéique chez un nouveau-né en septicémie. Source : Pereira et al., 2024

Le pronostic est très sombre et si le sepsis n'est pas pris en charge immédiatement, la mort est quasiment assurée. L'évolution peut être fulminante, et la

mort peut survenir en quelques heures (Münnich, 2022). Il est assez fréquent que plusieurs nouveau-nés de la même portée soient affectés (A. Johnson, 2022).

C. Anomalies congénitales

Comme de nombreuses autres espèces, les chats sont exposés au risque de malformations congénitales. Selon une étude de 2022, il y aurait en réalité plus de cas de malformations congénitales que ce qui est indiqué dans la littérature (0,1% à 7% de la population selon les anomalies concernées) (Münnich, 2022). En 2002, une étude avait mis en évidence que 9,5% des chatons qui meurent au cours des deux premières semaines de vie, meurent d'une cause congénitale (Cave et al., 2002).

Les anomalies congénitales peuvent être dues à des anomalies génétiques héréditaires ou à des mutations spontanées. La consanguinité augmente le risque de maladie génétique. Ainsi, les anomalies congénitales sont courantes au sein des portées de chat de pure race ou des portées avec un fort taux de consanguinité (Gunn-Moore, 2006a; A. K. Johnson & Johnson, 2022).

Les anomalies congénitales peuvent également être causées par l'exposition de la mère à des substances tératogènes au cours de la gestation (corticostéroïdes, griséofulvine, métronidazole) ou d'autres facteurs maternels. Par exemple, si la femelle gestante est malnutrie, présente une hypervitaminose A ou D ou est atteinte de péritonite infectieuse féline, de panleucopénie ou encore de toxoplasmose, les risques de malformations congénitales sont accrus pour ses petits. Parfois, la cause reste non-identifiable (Contreras et al., 2024; Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022).

Certaines anomalies sont possiblement viables ou corrigibles : hernie ombilicale, syndactylie (fusion de phalanges), colobome de la paupière, syndrome des côtes plates. De nombreuses autres, plus sévères, sont souvent incompatibles avec la vie et mènent à une mortalité néonatale précoce : fente palatine marquée, anasarque (figure 15), laparoschisis, imperforation anale (selon la sévérité de l'imperforation), hydrocéphalie, pectus excavatum, spina bifida. Ces malformations sont visibles dès la naissance et résultent souvent en des euthanasies immédiates (Brough et al., 2016; Černá et al., 2024; A. K. Johnson & Johnson, 2022; M. Reichler, 2010; Outters-Boillin & Thébault, 2023; Wilborn, 2018).



Figure 15: Anomalies congénitales.

(a) Malformation des phalanges, viable. Source : Wilborn, 2018,

(b) Anasarque, non viable. Source : Brough et al., 2016,

(c) Omphalocèle et malformation des membres, non viable. Source : Černá et al., 2024.

Effectivement, un chaton né avec une fente palatine de taille importante (figure 16) présentera une incapacité à téter, une difficulté à avaler et à prendre du poids et de forts risques de bronchopneumonie par aspiration. Dès lors, la mort du nouveau-né est presque assurée (Münnich, 2022; Outters-Boillin & Thébault, 2023). Cependant, si la fente palatine est moins large, le propriétaire peut décider d'assumer une alimentation par sondage orogastrique jusqu'aux 3 mois du nouveau-né. A cet âge, une reconstruction chirurgicale du palais sera possible (Chastant, 2023).

D'autres anomalies concernent les organes et systèmes internes ne sont mises en évidence que plus tard, par la morbidité et la mortalité des chatons. Parfois, les chatons souffrent d'une atrésie intestinale, d'un mégaoesophage, de reins polykystiques, d'un shunt porto-systémique... (Contreras et al., 2024; Gunn-Moore, 2006a; A. K. Johnson & Johnson, 2022)



Figure 17: Fente labiale.

Source : Pereira et al., 2024



Figure 16: Fente palatine sévère.

Source : Münnich, 2022

Pour conclure, il est donc primordial d'examiner attentivement chacun des chatons nouveau-nés après la réanimation. Il faut vérifier l'absence d'anomalies morphologiques visibles afin de pouvoir intervenir spécifiquement si nécessaire.

D. Isoérythrolyse néonatale féline

L'isoérythrolyse néonatale est l'une des causes non infectieuses les plus courantes de syndrome de dépérissement du chaton et de mortalité féline néonatale au cours des premiers jours de vie (A. K. Johnson & Johnson, 2022; Münnich, 2022; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010). Effectivement, les maladies à médiation-immune (dont fait partie l'isoérythrolyse néonatale) sont la cause d'environ 12% de la mortalité néonatale au cours des deux premières semaines de vie (Cave et al., 2002).

Ce processus léthal pour les nouveau-nés résulte d'une incompatibilité de groupes sanguins entre une mère de groupe sanguin B et un chaton de groupe sanguin A, voire AB (Münnich, 2022). L'isoérythrolyse néonatale féline ne survient alors qu'après un accouplement entre une femelle de groupe B et un mâle de groupe A ou AB. L'allèle b étant récessif, un accouplement entre un mâle et une femelle de groupe B ne produira que des chatons de groupe B (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

Contrairement aux chiens, les chats possèdent dans leur sérum des allo-anticorps dirigés contre les globules rouges du groupe sanguin qui n'est pas le leur (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

Quasiment tous les chats de groupe B (95% selon (Outters-Boillin & Thébault, 2023)) ont une grande quantité d'allo-anticorps anti-A, qui ont un fort pouvoir hémolytique. Une proportion plus faible de chats de groupe A (35% selon la même source) possède des allo-anticorps anti-B, et ceux-ci ont une activité hémolytique significativement plus faible donc des conséquences négligeables (A. K. Johnson & Johnson, 2022; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

Ces anticorps sont ensuite transmis aux chatons via l'ingestion du colostrum maternel lors des premières heures de vie. Dès lors, les anticorps anti-A transmis par le colostrum d'une mère de groupe B passent dans la circulation sanguine de ses chatons, se fixe sur les globules rouges de ceux qui sont de groupe A et engendrent leur destruction massive et leur agglutination (figure 19) (Fournier & Chastant-Maillard, 2017a; Gunn-Moore, 2006a).

En cela, le colostrum, qui la plupart du temps constitue une protection contre le syndrome de dépérissement du chaton, peut alors en devenir la cause (Giger, 1997). Effectivement, un chaton né en bonne santé va alors rapidement se dégrader après les premières tétées. La sévérité des signes cliniques dépendra de la quantité d'anticorps ingérés (Münnich, 2022; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010). Ainsi, certains chatons meurent au bout de quelques heures, sans avoir présenté aucun symptôme. D'autres, arrêtent de téter au cours des premières 48 heures et présentent une hypoglycémie, une acidose métabolique, un ictère, une anémie hémolytique à médiation immune et un retard de prise de poids. De l'hématurie et de l'hémoglobinurie seront alors constatées avec des urines rouge-brun sombres (couleur « marc de café »), indicatrices d'une hémolyse intravasculaire sévère. L'hémolyse est également extravasculaire (foie, rate) et une défaillance multi-organique peut se déclarer (notamment néphropathie). L'hypoxémie découlant de cette hémolyse entraîne d'autres signes cliniques : tachypnée, tachycardie, léthargie. L'état du chaton peut se dégrader jusqu'à la coagulation intravasculaire disséminée (CIVD), la détresse respiratoire puis la mort (Gunn-Moore, 2006a; A. K. Johnson & Johnson, 2022; Moon et al., 2001; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010). Chez les chatons survivants, le bout de la queue peut avoir nécrosé par ischémie secondairement à la formation de caillots sanguins (figure 18) (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

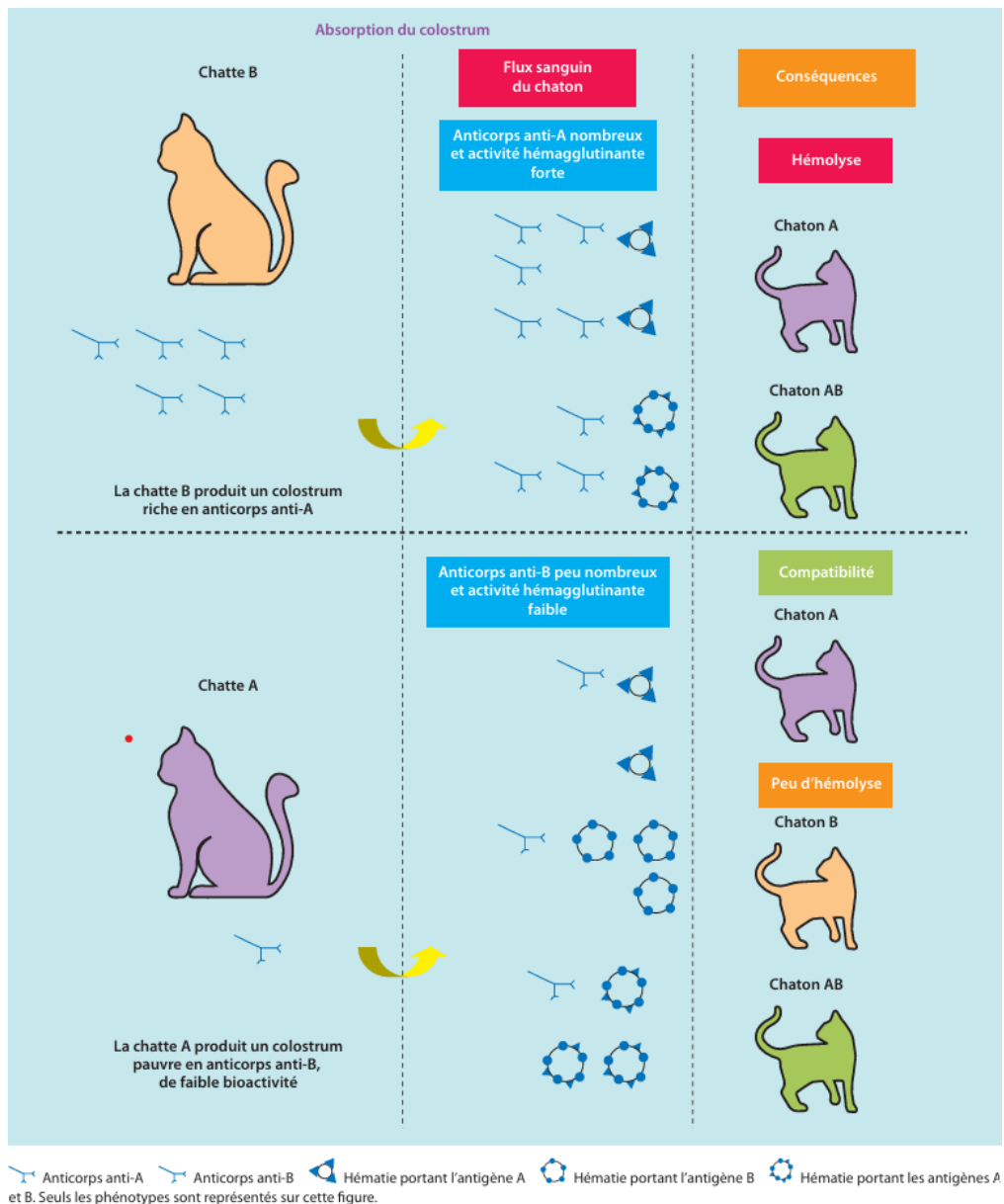


Figure 19: Étiopathologie de l'isoérythrolyse néonatale féline.

Les anticorps anti-A se fixent sur les antigènes des hématies B et AB et engendrent une hémolyse.

Source : Fournier & Chastant-Maillard, 2017



Figure 18: Nécrose du bout de la queue.

En cas de présentation clinique subaigüe de l'isoérythrolyse néonatale féline, il peut y avoir une nécrose des extrémités secondairement à une thrombo-embolie.

Source : Pereira et al., 2024

La prévalence des isoérythrolyses néonatales n'est pas très bien connue, mais elle varie en fonction de la proportion des chats de groupe sanguin B au sein de la population (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010). Selon une étude menée en Italie, environ 90% de la population italienne de chats européens est de groupe A, contre seulement 7% de type B et 3% de type AB (Tommaso et al., 2020). Ces résultats concordent avec les proportions estimées en France (Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Les félins de groupe B sont souvent de race pure, avec une prévalence élevée chez le British Shorthair (60% de groupe B) et le Devon Rex (40% de groupe B) (Münnich, 2022). Au contraire, l'immense majorité des chats européens et l'intégralité des chats Siamois sont de groupe sanguin A et ne sont pas sujets à l'isoérythrololyse néonatale féline lorsqu'ils sont reproduits entre eux (Gunn-Moore, 2006a; Outters-Boillin & Thébault, 2023; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

E. Traumatisme

Malgré une naissance en bonne santé, de nombreux chatons participent à l'augmentation du taux de mortalité néonatale après avoir subi des traumatismes (figure 20). Cela représente environ 4,8% de la mortalité néonatale au cours des deux premières semaines de vie (Cave et al., 2002).

Les traumatismes sont iatrogènes voire d'origine maternelle. En effet, certaines femelles présentant des troubles du comportement ou stressées peuvent faire preuve de cannibalisme (Chastant, 2023; Gunn-Moore, 2006a). Un chaton orphelin qui est présenté à une mère de substitution pour une tentative d'adoption peut être violemment rejeté et rapidement tué. Ces situations doivent donc être attentivement surveillées afin de pouvoir intervenir en cas de signes avant-coureur d'agression. Par exemple, une mère qui éloigne le chaton, l'ignore, le feule ou est agitée pourrait devenir agressive envers le chaton par la suite (A. K. Johnson & Johnson, 2022). Les phénomènes traumatiques sont davantage retrouvés sur les chatons issus de mères primipares, moins expérimentées et plus stressées. La mortalité néonatale au sein de ces portées est plus élevée (Gunn-Moore, 2006a; Veronesi & Fusi, 2022).



Figure 20: Traumatisme facial et hémorragie dus à un infanticide chez un chaton nouveau-né.

Source : Veronesi & Fusi, 2022

D'une autre manière, le biberonnage d'un chaton nouveau-né peut représenter un réel danger de mort et n'est pas à prendre à la légère (A. Johnson & Johnson, 2022). En effet, biberonner un chaton avec une fente palatine, un réflexe de succion diminué, des difficultés à la déglutition ou qui n'a pas faim prédispose à l'aspiration de lait dans ses poumons puis, secondairement, à une bronchopneumonie pouvant lui être fatale (Chastant & Mila, 2018). Il en va de même lorsque la personne qui le nourrit administre un volume de lait trop important par rapport à la capacité de l'estomac, force l'administration du lait en appuyant trop fort sur le biberon ou encore quand elle utilise une cuillère ou une pipette à la place d'un biberon (Little, 2013). Une autre erreur couramment rencontrée est le biberonnage d'un chaton en hypothermie marquée. Effectivement, sous 34,4°C - 35°C, les risques de pneumonie par aspiration sont accrus et un iléus gastro-intestinal se met en place. Le lait ingéré stagne dans le tube digestif et cela favorise un développement bactérien digestif pathologique. Cela favorise la translocation bactérienne dans la circulation sanguine du nouveau-né, qui mène à la septicémie et à la mort. Si un chaton est hypotherme, il faut alors le réchauffer doucement avant de le réalimenter (figure 21) (Grundy, 2006; Gunn-Moore, 2006a; Little, 2013).



Figure 21: Mesure de la température corporelle d'un chaton nouveau-né.

Source : Hibar et al., 2022

F. Infection par des pathogènes spécifiques, infections virales

Parmi les nombreuses causes de mortalité néonatale féline identifiées, les infections virales représentent une étiologie fréquente et redoutable. Les infections virales représentent environ la moitié des infections mortelles chez le nouveau-né âgé de moins de deux semaines (Cave et al., 2002).

Plusieurs facteurs influencent la sévérité des signes cliniques d'une infection virale chez un chaton : la qualité du transfert passif d'immunité maternelle, l'alimentation de la mère et du nouveau-né, la température du nouveau-né, la comorbidité ou encore la co-infection avec d'autres agents pathogènes (bactéries, virus, parasites) (Evermann & Kennedy, 2011; Münnich, 2022). Ainsi, une infection virale peut être modérée chez un individu en bonne santé, mais potentiellement fatale chez un nouveau-né immunodéprimé ou mal nourri. Dans la plupart des cas, elle mène au minimum à un syndrome de dépérissement du chaton. De plus, des surinfections bactériennes s'ajoutent fréquemment à l'infection virale, et péjorent le pronostic des chatons (Gunn-Moore, 2006a; Münnich, 2022).

Les infections virales des voies respiratoires sont parmi les plus fréquentes chez les nouveau-nés félins. Elles impliquent l'herpèsvirus félin de type 1 (FHV-1) et le calicivirus félin (FCV) et leur taux de mortalité est élevé (Little, 2013).

Le FHV-1 est un virus très contagieux, et les chatons sont contaminés par contact direct ou indirect avec leur mère en général. Chez les nouveau-nés, il provoque une atteinte des voies respiratoires supérieures avec une congestion nasale, des écoulements oculaires et du jetage nasal. Parfois, une conjonctivite néonatale se développe avec l'accumulation de pus dans le sac conjonctival : il y a alors une importante distension chez les chatons qui ont encore les paupières fermées (figure 22).



Figure 22: Conjonctivite néonatale.

Souvent secondaire à FHV-1. Source : Sykes, 2014

Ce virus est parfois à l'origine d'ulcérations buccales douloureuses qui compromettent la tétée et le biberonnage (Sykes, 2014). En cas de défenses immunitaires insuffisantes, des atteintes des voies respiratoires profondes peuvent également survenir, ce qui assombri le tableau clinique : détresse respiratoire, anorexie, fièvre et surinfection bactérienne secondaire (Evermann & Kennedy, 2011; A. Johnson, 2022).

Le FCV est un virus résistant dans l'environnement qui se transmet principalement par voie indirecte (salive, aérosols, sécrétions nasales et oculaires). Il provoque des infections des voies respiratoires supérieures dont les signes cliniques sont similaires à ceux du FHV-1. Certaines souches entraînent une pneumonie virale sévère, à l'origine d'une détresse respiratoire aiguë et de décès précoces (figure 23) (Evermann & Kennedy, 2011; A. Johnson, 2022).



Figure 23: Nouveau-né en détresse respiratoire.

Source : McMichael et al., 2011

D'autres virus impactent le système gastro-intestinal des nouveau-nés : le virus de la panleucopénie féline (FPV, qui correspond à la parvovirose féline ou encore au typhus) et le coronavirus félin (FCoV). Les symptômes sont souvent sévères chez les nouveau-nés (Little, 2013).

Le FPV est responsable d'une des infections les plus redoutables chez les chatons. Il se transmet majoritairement par voie indirecte et est très résistant dans l'environnement. Il cible les cellules à division rapide, en particulier les cryptes intestinales et les tissus lymphoïdes (Truyen et al., 2009). L'infection entraîne une panleucopénie et une destruction rapide de la muqueuse intestinale qui a pour conséquence une malabsorption des nutriments, une diarrhée sévère, une anorexie et parfois des vomissements. Le tout entraîne une déshydratation fulgurante. Une septicémie secondaire peut également se mettre en place. En cas d'infection in-utero

ou périnatale, des lésions cérébrales telles que l'hypoplasie cérébelleuse peuvent apparaître. Les chatons présenteront alors une ataxie cérébelleuse, une hypermétrie, une augmentation du polygone de sustentation et des tremblements intentionnels. Ces symptômes neurologiques peuvent se voir dès les premiers jours de vie ou, au plus tard, dès les premières tentatives de marche vers l'âge de deux semaines (Evermann & Kennedy, 2011; Gunn-Moore, 2006a). La mortalité associée au FPV peut dépasser 90 % chez les nouveau-nés (Truyen et al., 2009).

Le FCoV est assez peu résistant dans l'environnement donc la transmission est majoritairement directe par voie oro-fécale (*Conseil Scientifique du LOOF*, 2018). La plupart des souches entraînent une entérite bénigne avec diarrhée aqueuse non hémorragique, parfois accompagnée de vomissements. S'en suit une maldigestion - malabsorption et un syndrome de dépérissement chez les chatons fragiles. A la suite de mutations, certaines souches peuvent engendrer une atteinte systémique grave : la péritonite infectieuse féline (PIF). La PIF est caractérisée par des épanchements (forme humide), des lésions granulomateuses (forme sèche), des signes neurologiques ou des signes oculaires. Elle est particulièrement fatale chez les nouveau-nés (*Conseil Scientifique du LOOF*, 2018; Evermann & Kennedy, 2011; Gunn-Moore, 2006a; A. Johnson, 2022).

Enfin, certains virus sont à l'origine d'autres infections systémiques et provoquent une atteinte multi-organique. Il s'agit du virus de la leucémie féline (FeLV) et du virus de l'immunodéficience féline (FIV) (Little, 2013).

Le FeLV est un rétrovirus qui entraîne une immunosuppression avec une pancytopénie et parfois une anémie. Il favorise l'émergence d'infections opportunistes. Il n'est pas résistant dans l'environnement et est surtout transmis au nouveau-né in-utero, via l'ingestion de lait ou par le léchage de la mère. Les chatons infectés peuvent présenter un syndrome de dépérissement, une anorexie, une hypothermie et une mortalité précoce, souvent avant le sevrage (Evermann & Kennedy, 2011; Gunn-Moore, 2006a).

Le FIV se transmet majoritairement par morsure mais il peut aussi y avoir une contamination verticale (in-utero, allaitement, léchage). Le FIV cible les cellules du système immunitaire (lymphocytes T cytotoxiques et helpers, lymphocytes B). Il entraîne une atrophie du thymus, une immunodéficience et des infections secondaires.

Chez les chatons, cela s'exprime en général par un syndrome de dépérissement qui mène à une mort prématurée (Evermann & Kennedy, 2011).

Les agents pathogènes viraux sont particulièrement menaçant pour la survie des nouveau-nés car la contamination à l'ensemble de la portée est rapide. De plus, pour la plupart des infections, il n'existe pas de traitement antiviral spécifique. La survie dépendra souvent de l'efficacité du traitement de soutien et de l'antibiothérapie associée quand il y a des infections bactériennes secondaires (Evermann & Kennedy, 2011).

G. Parasitisme massif

Les infestations parasitaires, en particulier lorsqu'elles sont combinées (ectoparasites et endoparasites), peuvent contribuer au syndrome de dépérissement néonatal félin (J. Levy, 2006; Münnich, 2022). En raison de leur vulnérabilité physiologique et de l'immaturité de leur système immunitaire, les nouveau-nés présentent des taux de morbidité et de mortalité liés au parasitisme supérieurs à ceux des chats adultes (Datz, 2011).

La présence d'ectoparasites (puces et tiques) chez les nouveau-nés est souvent annonciatrice d'une mauvaise gestion et/ou d'une mauvaise hygiène d'élevage (Münnich, 2022).

D'une part, l'infestation massive par les parasites externes (et/ou internes) peut être à l'origine d'anémie par spoliation chez les chatons âgés de 2 à 8 semaines (J. Levy, 2006; Münnich, 2022). En effet, une pulicose massive (à *Ctenocephalides felis* le plus souvent) chez un nouveau-né implique une perte de sang, certes discrète mais continue, qui, si elle n'est pas compensée (absence d'apport en fer suffisant ou de traitement adapté), peut rapidement devenir clinique (Grundy, 2006).

L'anémie est régénérative et se manifeste par une faiblesse, une inactivité, une anorexie et des muqueuses pâles voire blanches. Un souffle cardiaque systolique peut également apparaître en cas d'anémie sévère. Les formes les plus graves conduisent à la mort du chaton (Bird, 2011).

D'autre part, les parasites internes tels que *Toxocara cati*, *Tritrichomonas foetus*, *Isospora felis*, *Giardia spp.*, ou encore *Cryptosporidium felis*, sont responsables

d'atteintes gastro-intestinales plus ou moins sévères chez le chaton nouveau-né. La contamination par *Toxocara cati* se fait principalement par voie transmammarie, au cours des premières tétées, tandis que les protozoaires comme *Giardia* sp., *Tritrichomonas foetus* et *Isospora* sp. se transmettent par voie oro-fécale ou par l'environnement (résistance de certains stades parasites) (A. Johnson, 2022; Münnich, 2022; Peterson & Kutzler, 2010).

Quand la charge parasitaire est faible, l'infestation est souvent asymptomatique. Quand elle est modérée, les signes cliniques fréquemment observés sont une diarrhée (parfois hémorragique et/ou muqueuse dans les cas de coccidiose sévère), parfois des vomissements, une perte de poids, une déshydratation, une hypoglycémie, une léthargie et une distension abdominale plus ou moins sévère (A. Johnson, 2022; J. Levy, 2006; Münnich, 2022). La combinaison de la diarrhée et de la déshydratation peut très rapidement conduire à une issue fatale chez le nouveau-né si elle n'est pas prise en charge. Ainsi, la mise en place de protocoles de vermifugation et de mesures sanitaires strictes par les éleveurs constitue la meilleure méthode de prévention contre le parasitisme interne et externe (Bastos et al., 2019; A. Johnson, 2022). Les protocoles recommandés seront précisés par la suite.

EN RÉSUMÉ :

Les chatons peuvent être victimes de **mort subite** ou présenter le « **syndrome de dépérissement du nouveau-né** » et le « **syndrome des trois (ou quatre) H** » : **Hypothermie, Hypoglycémie, Hypovolémie (=désHydratation) et Hypoxie.**

Ces syndromes sont principalement causés par des **infections bactériennes**, des **infections virales** et **parasitaires**, des **anomalies congénitales**, l'**isoérythrolyse néonatale**, de **mauvaises conditions environnementales**, une **malnutrition** et des **traumatismes** (chute, morsure, cannibalisme, fausse déglutition...).

Le **pronostic** de ses affections reste **sombre** même avec une prise en charge précoce.

La **principale** cause de mortalité néonatale chez le chat est la **septicémie** (figure 24).

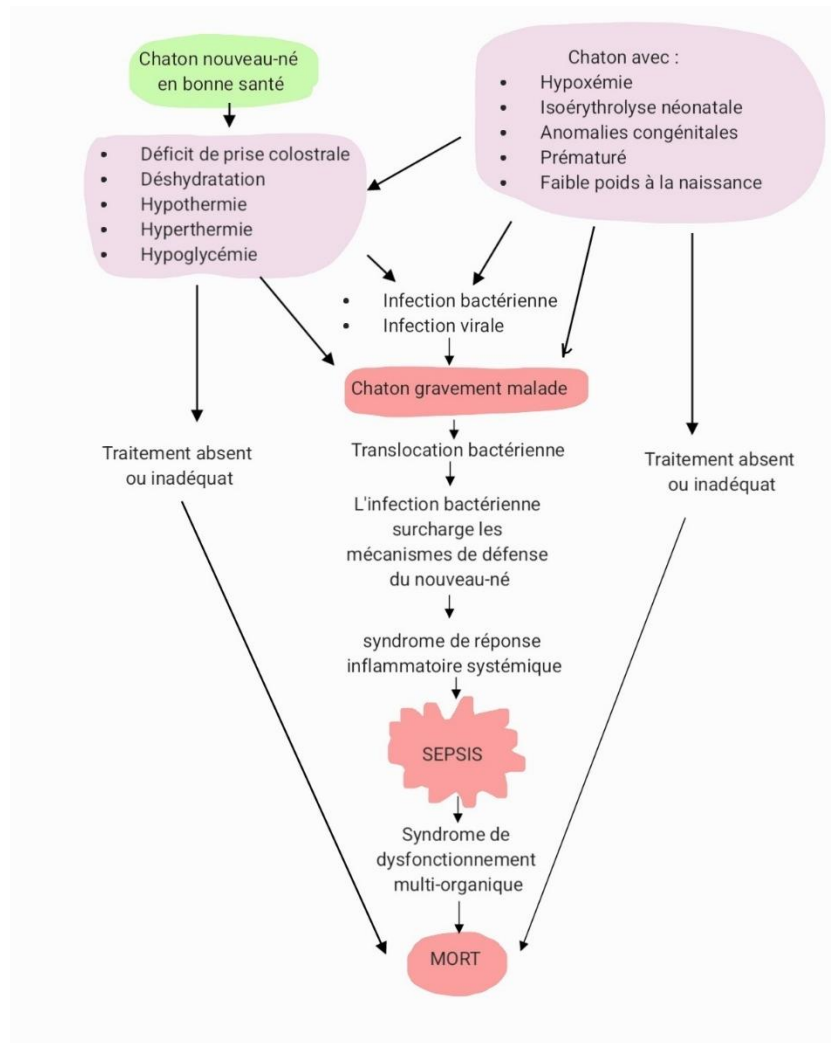


Figure 24: Différents scénarios pouvant mener à la mortalité néonatale au cours de la première semaine.

Source : d'après Münnich, 2022

II. Diagnostic et prise en charge des chatons malades

Comme vu en première partie, les scores APGAR et de réflexes permettent de mieux remarquer les chatons à risques de morbidité et de mortalité élevés. Une fois ces individus mis en évidence, un examen clinique complet et des examens complémentaires permettent de préciser les risques et/ou les potentielles affections sous-jacentes. Cette partie s'attache à poser les références à connaître lors de l'examen d'un nouveau-né pour pouvoir mieux diagnostiquer les pathologies abordées dans la partie précédente et ainsi pouvoir mieux les traiter.

A. Evaluation des nouveau-nés malades

Les caractéristiques cliniques et paracliniques du nouveau-né sont complètement différentes de celles de l'adulte, ce qui rend leur évaluation particulièrement exigeante en termes de connaissances sur la physiologie des chatons. Il est nécessaire d'avoir en tête les valeurs usuelles des principaux paramètres à évaluer (Pereira et al., 2024).

1. L'examen clinique du chaton nouveau-né

L'examen clinique d'un chaton malade s'inscrit dans une approche globale : il est important d'évaluer l'entière de la portée (nouveau-nés sains et malades) ainsi que la mère (présence de foyers infectieux, aspect des mamelles, note d'état corporel, température rectale...). Cette démarche permet d'évaluer les nouveau-nés de manière comparative et de rechercher des causes communes aux symptômes : environnement inapproprié, pathologie contagieuse, carence nutritionnelle...(Chastant et al., 2019; Little, 2011; Pereira et al., 2024).

Du fait de signes cliniques généralement peu spécifiques chez les nouveau-nés, une anamnèse approfondie est indispensable. Elle intègre notamment des informations sur les conditions d'élevage mais aussi sur la mère : le déroulement de la mise-bas, le comportement maternel, son statut vaccinal et les traitements administrés au cours de la gestation. Pour les chatons, d'autres éléments-clés sont à collecter : la prise de colostrum, l'évolution du poids depuis la naissance, la composition et les conditions de vie de la portée, la chronologie des symptômes ainsi que les traitements déjà administrés (Casal, 2010a).

Pour examiner un chaton nouveau-né dans de bonnes conditions, il est nécessaire que la table d'examen soit chauffée (afin d'éviter toute hypothermie) et propre (afin d'éviter toute contamination accidentelle). Les règles d'hygiène doivent être strictes : lavage des mains, port de gants, empêcher le contact avec les autres animaux hospitalisés (Casal, 2010a; Chastant et al., 2019; Little, 2011; Pereira et al., 2024).

Hormis ces règles de base, le matériel nécessaire reste minimal : une balance digitale, un thermomètre rectal pédiatrique (capable de mesurer des températures

jusqu'à 32 °C) et un stéthoscope pédiatrique à cloche de deux centimètres (Casal, 2010a; Hibar et al., 2022; Little, 2011).

Pour rappel, un nouveau-né en bonne santé : est vif, avec des réflexes et un tonus musculaire important (Chastant et al., 2019; Pereira et al., 2024). Il présente un gain de poids régulier depuis la naissance. Ses selles sont consistantes et son urine est jaune clair ou transparente, il défèque au moins 2 fois par jour. Il se repose après la tétée et ne vocalise pas constamment. Sa courbe respiratoire est régulière et il respire avec la bouche fermée (Pereira et al., 2024). Sa fréquence respiratoire avoisine les 30 mouvements par minutes tandis que sa fréquence cardiaque est comprise entre 200 et 250 battements par minutes comme vu précédemment. Sa température rectale varie rapidement au cours des premières semaines de vie mais doit idéalement toujours être supérieure à 35°C. En cas d'hypothermie il y aura souvent une bradycardie (Chastant et al., 2019). La zone ombilicale ne présente pas de sécrétions et sa peau est de couleur rosâtre (Pereira et al., 2024).

L'examen général inclut l'inspection de la zone ombilicale (recherche d'érythème, de suppuration), l'évaluation de la vitalité (réactivité, mouvements spontanés), et la détection de potentielles anomalies congénitales (Casal, 2010a; Chastant et al., 2019).

L'abdomen d'un nouveau-né sain doit être légèrement arrondi. Un abdomen distendu peut évoquer une détresse respiratoire avec aérophagie ou une rétention urinaire ou fécale (Casal, 2010a; Little, 2011). La palpation abdominale doit être délicate pour éviter les régurgitations, qui peuvent être à l'origine de bronchopneumonie par aspiration. Les reins doivent être palpables, à l'inverse du foie et de la rate (Little, 2011).

Il est également important d'évaluer l'état d'hydratation des nouveau-nés. Leur peau est plus riche en eau et plus pauvre en graisse que celle des adultes, ce qui modifie sa tonicité et rend le test du pli de peau peu fiable pour l'évaluation de la déshydratation (Chastant et al., 2019). Il faut alors se référer à l'aspect de leurs muqueuses. Chez un nouveau-né sain, elles doivent être humides, rosées à légèrement hyperhémiques durant la première semaine de vie. Une pâleur, une cyanose ou une sécheresse indiquent une détresse (hypoxie, sepsis, déshydratation) (Casal, 2010a, 2010b; Little, 2011). Ainsi, lors d'une déshydratation à 5 - 7%, les

muqueuses deviennent collantes ou sèches. A 10%, les muqueuses deviennent très sèches et l'élasticité cutanée est généralement diminuée. Cela se confirme par des urines de couleur foncée, une pâleur des muqueuses et un temps de recoloration capillaire (TRC) prolongé (Casal, 2010a, 2010b; Chastant et al., 2019; Little, 2011, 2013). Au-delà de 12% de déshydratation, un collapsus circulatoire peut survenir (Casal, 2010a, 2010b).

2. Les examens complémentaires disponibles

Pour étoffer un diagnostic chez un chaton nouveau-né malade, des examens complémentaires sont envisageables : examens hématologiques et biochimiques sanguin, groupage sanguin, examens d'imagerie, analyse d'urine, coproscopie, analyse bactériologique, tests rapides... Cependant, leur interprétation est parfois limitée par le manque de référencement des valeurs physiologiques du chaton. Ainsi, il n'est pas rare de réaliser conjointement les examens sur un nouveau-né sain de la portée afin de comparer les résultats, notamment dans le cadre des examens radiographiques (Casal, 2010a; Pereira et al., 2024).

Le sang peut être prélevé en récoltant une goutte de sang à partir des coussinets ou des oreilles grâce à une aiguille de 21 gauges, ou à partir du cordon ombilical à la naissance (figure 25) (Chastant, 2023; Chastant et al., 2019; Hibaru et al., 2022). Pour rappel, une goutte de sang correspond à un volume d'environ 0,1 ml (Casal, 2010a). Il peut aussi être prélevé à la veine jugulaire. Pour cela, il est conseillé de positionner le nouveau-né en décubitus dorsal, les membres thoraciques tendus le long de l'abdomen, la tête et le cou étendus et d'utiliser une seringue d'1ml avec une aiguille de 24 à 26 gauges. La ponction peut être réalisée en direction cranio-caudale et l'aspiration doit être douce pour éviter le collapsus de la veine (Little, 2011; Pereira et al., 2024).

Toutefois, les analyses sanguines sont souvent limitées en raison des contraintes techniques liées au prélèvement, notamment à cause de la petite taille des vaisseaux et du faible volume sanguin disponible chez les nouveau-nés (Casal, 2010a; Pereira et al., 2024). Effectivement, le volume sanguin des nouveau-nés est d'environ 5 à 8 ml par 100 grammes de poids corporel. Dès lors, le volume sanguin à prélever en 24 heures ne doit pas excéder un millilitre de sang par 100g de poids corporel (Pereira et al., 2024). D'autres études indiquent qu'il ne faut pas prélever plus de 10%

du volume circulant en une semaine. En conséquence, les tubes de prélèvement utilisés doivent être de taille adaptée pour ne pas fausser les résultats. En cas d'hospitalisation ou d'examens complémentaires successifs (dans le cas d'un chaton hypoglycémique par exemple), il convient de noter précisément les volumes prélevés afin de ne pas causer d'hypovolémie (Casal, 2010a).

Ainsi, certains examens sont à privilégier parmi d'autres (tableau 3). Avec 0,5 ml de sang, les analyses prioritaires chez un chaton malade sont : la mesure de l'hématocrite et des protéines totales (en utilisant des microcapillaires et un réfractomètre), le comptage des globules blancs (à l'aide d'un analyseur ou d'un frottis sanguin), la mesure de l'urémie (meilleur indicateur du fonctionnement rénal que la créatinine qui est diminuée chez le nouveau-né à cause d'une faible masse musculaire) et la mesure de la glycémie (en utilisant un glucomètre portable, figure 25) (Hibaru et al., 2022; Little, 2011; Pereira et al., 2024). Les valeurs de références du nouveau-né concernant ces paramètres hématologiques et biochimiques sanguins sont présentées dans le tableau 3.

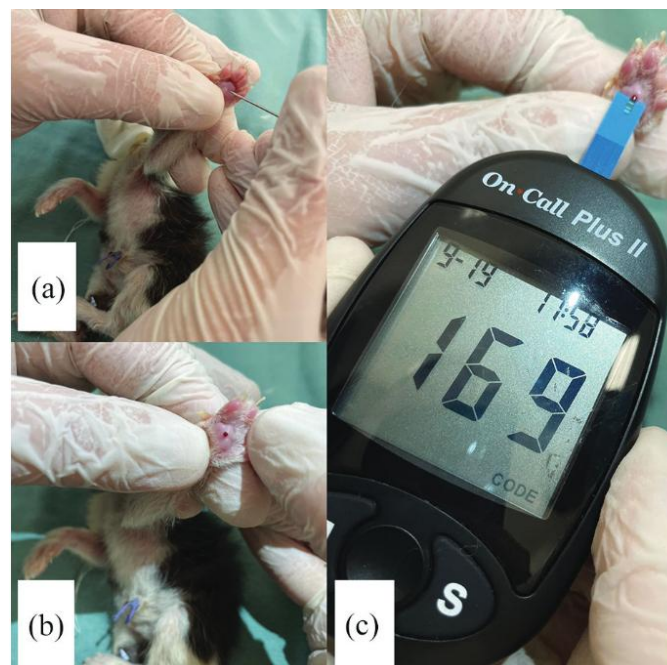


Figure 25: Mesure de la glycémie chez un chaton nouveau-né.

(a) coussinet piqué avec une aiguille, (b) formation d'une goutte de sang, (c) mesure de la glycémie avec un glucomètre. Source : Hibaru et al., 2022

Tableau 3: Principaux paramètres hématologiques et biochimiques à savoir interpréter chez le nouveau-né.

Source : Bracq Marjorie d'après Bird, (2011); Chastant et al., (2019); Gorman, (2011); Grundy, (2006); Little, (2011); Pereira et al., (2024); Royal canin, (2024)

Paramètres	Au jour 1	À 1 semaine	À 2 semaines	À 3 - 4 semaines
Hématocrite (%)	35.3 ± 1.7			26.5 ± 0.8
Hématies (x10 ⁶ /μL)	5.29 ± 0.24			4.67 ± 0.10
Leucocytes (x10 ³ /μL)	9.67 ± 0.57			15.31 ± 1.21
Protéines Totales (g/L)	39 - 58	35 - 48	37-52	45 - 56
Urée (mg/dL)	34 - 94	16 – 36	11 – 30	10 - 22
Glucose (g/L)	0.65 – 1.49	1.05 - 1.45	1.07 – 1.58	1.17 – 1.52

Il peut aussi être nécessaire de déterminer le groupe sanguin des chatons grâce à des tests d'agglutination en cas de risque d'isoérythrolyse néonatale (figure 27) (Chastant, 2023; Chastant et al., 2019; A. Johnson & Johnson, 2022). Sinon, des tests crossmatch ou un test de Coombs peuvent également être réalisé (figure 26). Si il y a une agglutination, alors le test est positif et il y a effectivement une anémie hémolytique à médiation immune : l'isoérythrolyse néonatale est confirmée (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

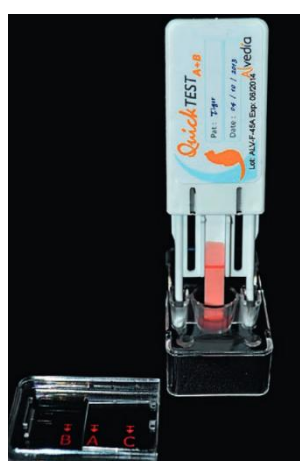


Figure 27: Groupage sanguin d'un chat avec un QuickTest A+B de chez Alvedia.

Source : Fournier & Chastant-Maillard, 2017

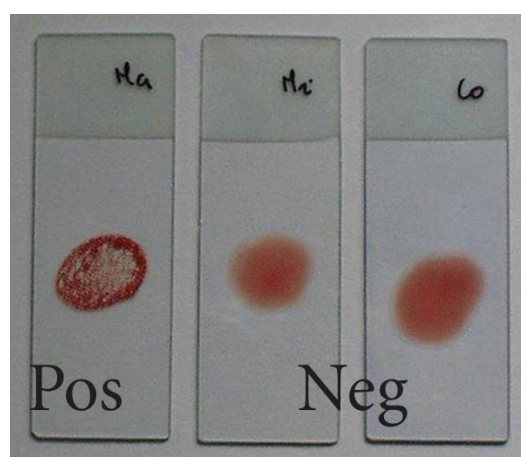


Figure 26: Résultats de tests de crossmatch sanguin.

Positif (à gauche) et négatifs (au milieu et à droite).
Source : Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010

Dans un contexte de dystocie, de mise-bas prolongée ou de césarienne, d'autres analyses peuvent être réalisées afin d'évaluer les dégâts d'une potentielle hypoxie périnatale : gaz du sang, saturation de l'hémoglobine en dioxygène (SpO2 avec un moniteur d'oxymétrie dans la région de l'artère fémorale, figure 28), lactates. (Hibaru et al., 2022; Pereira et al., 2024).



Figure 28: Évaluation de la saturation en oxygène du sang par oxymétrie.

Utilisation d'un moniteur d'oxymétrie dans la région de l'artère fémorale du nouveau-né. Source : Hibaru et al., 2022

Les examens d'imagerie médicale ont eux aussi leurs particularités chez les nouveau-nés. Pour mettre en évidence des anomalies congénitales ou la présence de corps étrangers, l'échographie comme la radiographie peuvent être utilisées. Mais pour mettre en évidence des anomalies cardiopulmonaires, orthopédiques ou encore des traumatismes, la radiographie est en générale plus adaptée alors que pour la recherche de signes de constipation, d'infestations parasitaires ou de maladie infectieuse, l'échographie est préférable (Pereira et al., 2024).

La très faible quantité de graisses abdominales et la faible minéralisation osseuse entraînent une nette diminution du contraste radiographique et donc de la qualité des clichés, alors que dans le cadre d'une échographie le manque de graisses abdominales sera bénéfique à la visualisation des images (Casal, 2010a; Münnich, 2008; Pereira et al., 2024). En radiographie, pour pallier ces différences de contraste avec l'adulte, il est conseillé de radiographier le corps du chaton en entier et de diminuer de moitié le kilovoltage par rapport aux normes utilisées chez l'adulte. Il est également conseillé de radiographier un frère ou une sœur de la portée en bonne santé en parallèle pour avoir un point de comparaison fiable (Pereira et al., 2024). En

échographie, il est conseillé d'utiliser une sonde de 6 à 8 MHz ou de plus haute fréquence (Casal, 2010a; Pereira et al., 2024). Les artéfacts les plus fréquents sont les ombres acoustiques, dues à une quantité de nourriture et de gaz plus importante dans le tube digestif (Pereira et al., 2024). Une quantité de fluide abdominal plus importante que chez l'adulte est courante (Casal, 2010a).

Chez les nouveau-nés, l'évaluation de la miction et de la défécation peut être réalisée par stimulation de leur réflexe périnéal à l'aide d'une boule de coton humidifiée (Casal, 2010a; Little, 2011; Pereira et al., 2024). Il s'agit de la méthode la plus simple pour récolter des urines pour analyses. La cystocentèse est à éviter le plus souvent possible à cause de la fragilité de la peau et des organes du nouveau-né (Casal, 2010a; Little, 2011). La densité urinaire se mesure à l'aide d'un réfractomètre. Celle d'un chaton normal est comprise entre 1,006 et 1,017 au cours des 8 premières semaines de vie, ou inférieure à 1,020 de manière générale (Little, 2011; Pereira et al., 2024; Royal canin, 2024). Un culot et une bandelette urinaires peut aussi être réalisés. Il peut y avoir une protéinurie et une glycosurie physiologique à cause de l'immaturité rénale (Pereira et al., 2024). Un chaton déshydraté aura des urines de couleur jaune foncé. La présence d'hématurie ou de pigmenturie suggèrera une infection urinaire, un traumatisme ou une isoérythrolyse néonatale (figure 29) (Casal, 2010a; Little, 2011, 2013).



Figure 29: Pigmenturie et urine de couleur normale.

Une boule de coton permet de mettre en évidence un changement de couleur de l'urine. À gauche : hématurie causée par une isoérythrolyse néonatale et à droite : urine jaune d'un nouveau-né sain. Source : Little, 2011

Des tests de détection rapides et des examens de coproscopie peuvent être réalisés à partir des échantillons de selles pour identifier certains parasites (*Giardia* spp., *Tritrichomonas foetus*...) (A. Johnson, 2022; Little, 2011; Pereira et al., 2024).

Lorsqu'un nouveau-né malade est présenté, il faut **examiner l'ensemble de la portée** et la **mère** pour trouver une cause commune.

Un chaton en bonne santé a une fréquence cardiaque entre **200 et 250 bpm**, une fréquence respiratoire d'environ **30 mpm** et une température rectale supérieure à **35°C**.

Son état d'**hydratation** s'évalue par l'aspect de ses **muqueuses**, qui doivent être **roses** et **humides**.

Les examens complémentaires du chaton **manquent de références**, il est conseillé de les réaliser sur un membre **sain** de la fratrie en parallèle pour pouvoir **comparer** les résultats.

Le volume sanguin maximal à prélever sur un chaton de **100g** est **1 millilitre**.

Les analyses sanguines à privilégier sont la mesure de l'**hématocrite**, des **protéines totales** et du **glucose**, le **frottis sanguin** et la mesure de l'**urémie**.

Le réflexe de stimulation périnéale de miction permet de réaliser facilement des **analyses d'urine**. L'urine doit être **jaune pâle à transparente** avec une densité comprise entre **1,006** et **1,017**.

Les examens d'imagerie (**radiographie** et **échographie**) peuvent mettre en évidence des anomalies congénitales, des traumatismes et des affections respiratoires ou digestives.

B. Prise en charge thérapeutique des nouveau-nés malades

Les chatons nouveau-nés sont extrêmement fragiles et peuvent succomber très rapidement. Dès lors, une fois le patient rapidement examiné, la priorité absolue consiste à traiter ses symptômes et à le stabiliser avant même de pouvoir investiguer et poser un diagnostic étiologique (Chastant et al., 2019; Little, 2011).

1. Prise en charge d'urgence : correction des « 4 H »

Lorsqu'un chaton nouveau-né est présenté aux urgences, il est fréquent qu'il présente tout ou partie du « syndrome des 3 H » évoqué précédemment : hypothermie, hypoglycémie et hypovolémie (à mettre en lien avec une déshydratation).

Parfois il présente également des signes d'hypoxie et il s'agit alors du « syndrome des 4 H ». Il est nécessaire de savoir reconnaître ces signes cliniques et de les traiter immédiatement. Toutefois, un ordre de priorité et à respecter dans la prise en charge.

a. Lutte contre l'hypoxie

Un nouveau-né présenté en état de détresse respiratoire ou avec des signes manifestes d'hypoxie (cyanose, respiration irrégulière ou absente, inactivité, échec à la tétée...) doit être supplémenté en oxygène dès son admission. L'oxygénothérapie peut être administrée via une couveuse si disponible ou une cage à oxygène, qui ont l'avantage de pouvoir oxygéner et réchauffer plusieurs nouveau-nés en même temps. Sinon, un masque à oxygène de petit diamètre permet de subvenir au besoin du chaton tout en permettant en parallèle son examen et sa prise en charge d'urgence (Casal, 2010b; Chastant et al., 2019; Little, 2011; Münnich, 2022).

b. Lutte contre l'hypothermie

Avant toute médication, la première chose à faire est de mettre en place des mesures de réchauffement si le nouveau-né est hypotherme. Les valeurs physiologiques des chatons ont déjà été évoquées. Il est nécessaire de remonter la température corporelle du nouveau-né au-delà de 35°C minimum avant d'envisager toute administration par voie orale (lait maternisé, fluides cristalloïdes isotoniques, glucose...). Ce réchauffement doit se faire progressivement, à raison d'un degré Celsius supplémentaire maximum par heure. La température doit revenir à la normale en deux à trois heures ou plus (Chastant et al., 2019; Little, 2011; Münnich, 2022; Wilborn, 2018).

Effectivement, si la température remonte trop rapidement, les demandes en énergie seront plus importantes et pourraient engendrer des complications graves chez le nouveau-né : aggravation de la déshydratation et de l'hypoglycémie déjà présentes, hypoxie, décompensation cardiaque... En conséquence, toute mesure de réchauffement mise en place doit être accompagnée d'une supplémentation en glucose d'office (Casal, 2010b; Little, 2011; Münnich, 2022).

c. Lutte contre l'hypovolémie

Toute déshydratation doit également être prise en charge très rapidement chez le nouveau-né car elle est directement responsable d'hypovolémie. Dans le cadre des urgences néonatales félines, les patients présentés sont souvent en état de choc ou à un stade de déshydratation sévère. Il faut alors mettre en place une réanimation fluidique agressive. Dès lors, la voie d'administration de premier choix est la voie intraveineuse. Pour ce faire, il faut cathétériser la veine jugulaire ou céphalique avec un cathéter de taille adaptée au chaton, en général de 27 à 22 gauges (Casal, 2010b; Cohn et al., 2022; A. Johnson, 2022; Little, 2011; McMichael, 2011). Pour faciliter l'entrée du cathéter, une légère scarification de la peau peut être réalisée au préalable avec une aiguille de 20 gauges (McMichael, 2011).

Parfois, l'accès veineux se révèle impossible à mettre en place du fait de la petite taille et du faible diamètre des veines et un cathéter intraosseux est à envisager. Il faut utiliser une aiguille spinale de 18 à 22 gauges ou une aiguille hypodermique de 18 à 25 gauges que l'on enfonce en regard de l'humérus ou du fémur. Elle est insérée en regard de la fosse trochantérienne du fémur proximal, parallèlement au grand axe de l'os, jusqu'à la moelle osseuse (figure 30). Cette technique, bien que facile à mettre en œuvre, comporte des risques significatifs de complications (infection, extravasation, ostéomyélite, sepsis...) (Casal, 2010b; Cohn et al., 2022; A. Johnson, 2022; Little, 2011; McMichael, 2011; Münnich, 2022). Cependant, elle constitue parfois le dernier recours pour sauver la vie du nouveau-né (Chastant et al., 2019).

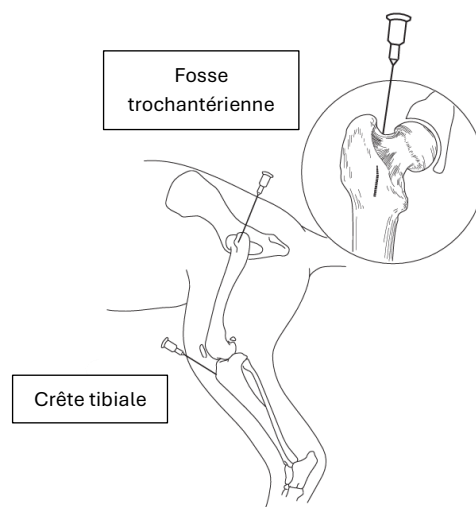


Figure 30: Localisations anatomiques d'un cathéter intraosseux sur le membre pelvien d'un nouveau-né.

Source : McMichael et al., 2011

Ainsi, la voie intraosseuse doit être posée en condition stérile, maintenue en place le temps de l'utilisation avec un bandage stérile et, dans l'idéal, remplacée le plus rapidement possible par une voie intraveineuse (Cohn et al., 2022; McMichael, 2011).

Pour corriger la déshydratation, un bolus de solution cristalloïde isotonique (Ringer Lactate, NaCL 0,9%...) peut être administré en 5 à 10 minutes, à raison de 20 à 45 ml/kg selon la sévérité de la déshydratation. Des boli additionnels peuvent être administrés si nécessaire après réévaluation de la volémie. Une fois les paramètres de la volémie stabilisés, le débit d'entretien d'un nouveau-né félin est compris entre 60 et 80ml/kg/jour. Ce débit peut être augmenté jusqu'à 100 ou 120 ml/kg/jour selon certaines sources afin de corriger les pertes fluidiques estimées (diarrhées, vomissements...) (Casal, 2010b; Chastant et al., 2019; Cohn et al., 2022; Little, 2011; McMichael, 2011).

Si le chaton présente des troubles digestifs majeurs, une complémentation en potassium (K+) de la fluidothérapie doit être mise en place à hauteur des résultats de l'ionogramme ou à 20mEq/L après un bolus sinon (Cohn et al., 2022).

Les fluides sont délivrés à l'aide d'un pousse-seringue ou d'une pompe à perfusion précise, et doivent être réchauffés (ainsi que la tubulure) de manière constante si possible pour lutter contre l'hypothermie du nouveau-né (Chastant et al., 2019; Cohn et al., 2022; A. Johnson, 2022; Little, 2011; McMichael, 2011; Wilborn, 2018). Toutefois, au moment de l'administration, la température du fluide ne doit pas dépasser 1°C supplémentaire par rapport à la température corporelle du chaton (Casal, 2010b; Cohn et al., 2022).

La demande en fluides des chatons est plus élevée que celle des adultes, mais leur fonctionnement excrétoire rénal est réduit. Ainsi, il convient de surveiller étroitement de potentiels signes de surcharge volémique au cours de la fluidothérapie (Cohn et al., 2022; A. Johnson, 2022; Little, 2011; McMichael, 2011; Münnich, 2022). Une surcharge volémique se manifeste cliniquement par une tachycardie, des œdèmes pulmonaire (mousse en regard de la cavité buccale, difficultés respiratoires) et périphérique et des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'aux crises convulsives ou au coma (myélinolyse, hémorragie intracrânienne) (Casal, 2010b; Cohn et al., 2022; Münnich, 2022). La surveillance du débit de fluidothérapie implique

notamment des pesées régulières (toutes les 6 à 8 heures) ou un suivi de l'hématocrite et des protéines totales (Little, 2011; McMichael, 2011).

Lorsque les nouveau-nés sont modérément déshydratés et stables, la réhydratation peut se faire plus lentement, par voie sous-cutanée (Casal, 2010b; Chastant et al., 2019; Cohn et al., 2022; A. Johnson, 2022; Little, 2011). Par cette voie d'administration, le vétérinaire peut fournir jusqu'à 30 ml/kg de fluide cristalloïde isotonique réchauffé (Chastant et al., 2019). Les inconvénients de cette voie sont que l'absorption se fait lentement et que la complémentation en glucose ou en potassium est impossible. Effectivement, l'injection sous-cutanée de dextrose peut engendrer une nécrose tissulaire (Cohn et al., 2022; Little, 2011; Wilborn, 2018).

Si le patient est normotherme et présente une déshydratation légère, sans autres signes cliniques (notamment absence d'anomalie du transit intestinal), la réhydratation peut se faire par l'administration de fluides par voie orale. Cette dernière se fait à l'aide d'un sondage orogastrique (Casal, 2010b; Cohn et al., 2022; A. Johnson, 2022; Little, 2011; Wilborn, 2018).

d. Lutte contre l'hypoglycémie

Lorsqu'un chaton présente une faiblesse d'apparition aiguë ou qu'il présente des pertes importantes (vomissements, diarrhées) et qu'il ne comble pas ses besoins énergétiques par l'alimentation, la supplémentation en glucose est indiquée (par voie IV, IO ou PO). En soins intensifs, il faut alors systématiquement et fréquemment surveiller la glycémie des nouveau-nés. Un chaton est considéré en hypoglycémie quand son glucose sanguin est inférieur à 75 mg/dl. Sous 50 mg/dl, l'hypoglycémie devient souvent clinique (Münnich, 2022; Rossi et al., 2021).

En cas d'hypoglycémie, il faut réaliser un bolus de dextrose par dilution 1:3 d'une solution de dextrose 50% dans de l'eau pour préparation injectable afin d'obtenir une solution de. Un bolus de glucose doit toujours être suivi d'une CRI pour éviter toute hypoglycémie rebond. Donc par la suite, une perfusion continue (CRI) de cristalloïde isotonique complétement avec du dextrose entre 1,25% et 5% est mise en place (Casal, 2010b; Cohn et al., 2022; Little, 2011; McMichael, 2011; Münnich, 2022).

Si aucune voie veineuse n'est accessible ou si le chaton n'est ni hypothermique ni déshydraté, du dextrose à 5 - 10 % peut être administré périodiquement par voie

orale avec une sonde orogastrique, à raison de 25 à 50 ml/kg. En cas d'extrême urgence, du miel peut être appliqué sur la muqueuse buccale du nouveau-né (Casal, 2010b; Chastant et al., 2019; Münnich, 2022; Wilborn, 2018).

Une fois la glycémie normalisée (entre 75 mg/dl et 154 mg/dl d'après (Münnich, 2022)), l'évolution doit être suivie avec des mesures répétées. Si le chaton ne présente pas de réflexe de succion mais est normotherme, il faut administrer du lait maternisé réchauffé avec une sonde orogastrique pour lutter contre une rechute de l'hypoglycémie (Chastant-Maillard et al., 2020; Little, 2011; Münnich, 2008).

A la suite de la prise en charge d'urgence des « 4 H » et de la stabilisation du patient, des examens complémentaires peuvent être réalisés pour préciser le diagnostic et le pronostic associé. Ainsi, un traitement étiologique pourra être mis en place (Casal, 2010a).

Avant de réaliser les examens complémentaires, il faut prendre en charge d'urgence le « **syndrome des 4H** ».

Dans l'ordre, il faut prendre en charge l'hypoxie par une **oxygénothérapie** puis l'hypothermie avec des **mesures de réchauffement** progressive.

Le chaton ne doit pas prendre plus de **1°C supplémentaire par heure**.

*NB : Une hypothermie engendre un **iléus gastro-intestinal** et favorise les **régurgitations** donc les **bronchopneumonies par fausse déglutition**. Un chaton ne doit **rien** recevoir par voie orale si sa température est **inférieure à 35°C**, que cela soit pour le biberonnage, la réhydratation ou la complémentation en glucose.*

Ensuite on prend en charge la déshydratation avec des **bolus** et une **perfusion** de fluides **cristalloïdes isotoniques**.

La voie privilégiée est la voie **intraveineuse** avec un **cathéter jugulaire** ou **céphalique**. Si ce n'est pas possible, la voie **intraosseuse** est envisageable.

Les **bolus** peuvent être **répétés** 2 à 3 fois en cas de choc hypovolémique, à raison de **20 à 45 ml/kg** sur **10 minutes**. Le **débit d'entretien** fluidique d'un chaton est entre **60 et 80 ml/kg/jour**.

L'hypoglycémie est ensuite corrigée avec un bolus de **dextrose à 12,5%** à raison de **1 ml/kg** en **IV lente**, suivi d'une **perfusion continue** de **dextrose** entre **1,25% et 5%**. Dans certaines conditions, la solution de **dextrose** peut être administrée par **voie orale** à **5 -10%** avec une quantité de **25 à 50 ml/kg**.

Une complémentation en **potassium** est aussi réalisable si des **troubles digestifs importants** existent.

2. Prise en charge étiologique et symptomatique

Etant donné la haute prévalence des septicémies et des surinfections bactériennes chez le nouveau-né, la seconde étape généralement importante après la mise en place du nursing est l'antibiothérapie systémique (Chastant et al., 2019). Celle-ci doit être la plus précoce possible quand une maladie infectieuse est suspectée car la dégradation du chaton peut être extrêmement rapide. Dans la grande majorité des situations, il est nécessaire d'instaurer un traitement antibiotique avant même d'avoir les résultats de l'antibiogramme (Gunn-Moore, 2006b; A. Johnson, 2022; Münnich, 2008). En première intention, les bêta-lactamines sont les plus utilisées car elles couvrent un large spectre et sont les moins toxiques pour les nouveau-nés. Les pénicillines sont généralement choisies : ampicilline ou amoxicilline / acide

clavulanique, mais de bons résultats sont aussi reportés avec l'utilisation de céphalosporines (notamment cefalexine) (Casal, 2010a; Grundy, 2006; A. Johnson, 2022; Münnich, 2008, 2022). Sinon, les céphalosporines peuvent également être utilisées en seconde intention, et l'azithromycine, de la famille des macrolides, pourrait être utilisée en troisième intention (Gunn-Moore, 2006b). Sous contexte exceptionnel, des antibiotiques critiques peuvent être administrés si nécessaire : ceftiofur, enrofloxacin et marbofloxacin (Münnich, 2022). Les antibiotiques des familles des aminosides, des tétracyclines ainsi que le chloramphénicol doivent être évités voire proscrits chez les nouveau-nés pour cause de leurs effets délétères (toxicité rénale, dentaire et médullaire respectivement) (Casal, 2010a; Gunn-Moore, 2006b; Münnich, 2022).

Pour administrer les antibiotiques, les voies intraveineuse et sous-cutanée sont privilégiées. En effet, la voie orale n'est pas conseillée car la physiologie des nouveau-nés modifie l'absorption des médicaments, ce qui rend impossible le contrôle de leur concentration plasmatique (Casal, 2010a; Gunn-Moore, 2006b; A. Johnson, 2022). De plus, leur administration par voie orale est susceptible de perturber davantage leur flore digestive fragile (Chastant-Maillard et al., 2020; Gunn-Moore, 2006b).

La dose des antibiotiques est à adapter à l'immaturité rénale des chatons nouveau-nés (Casal, 2010a; Grundy, 2006). Ainsi, il est parfois recommandé de la diminuer de 30 à 50% : soit par diminution de la dose administrée, soit par diminution de la fréquence d'administration (A. Johnson, 2022).

Tableau 4: Estimations des doses des antibiotiques à utiliser chez les chatons nouveau-nés.

Source : Bracq Marjorie d'après Chastant et al., (2019); Daniels & Spencer, (2011); Davidson, (2014); Grundy, (2006); Gunn-Moore, (2006b); Mata & Papich, (2011); Münnich, (2022); Royal canin, (2024)

Famille d'antibiotiques		Antibiotique	Dose, fréquence et voie d'administration	Source(s)
β - lactamines	Pénicillines	Amoxicilline	20-50 mg/kg PO, BID	(Royal canin, 2024)
			25 mg/kg PO, TID	(Daniels & Spencer, 2011)
			22 mg/kg SC, BID à TID	(Chastant et al., 2019)
			6-20 mg/kg PO, BID	(Mata & Papich, 2011)

β - lactamines	Pénicillines	Amoxicilline – Acide clavulanique	20-30 mg/kg (maximum 50 mg/kg) SC, SID	(Münnich, 2022)
			20-30 mg/kg SC, TID	(Chastant et al., 2019)
			12.5-25 mg/kg PO, BID	(Daniels & Spencer, 2011; Mata & Papich, 2011)
			15-20 mg/kg PO BID	(Royal canin, 2024)
		Ampicilline	50 mg/kg IV, q4-6h	(Royal canin, 2024)
			25 mg/kg SC, TID	(Daniels & Spencer, 2011)
			22 mg/kg IV, TID	(Mata & Papich, 2011)
			20 mg/kg IM ou SC, TID	(Münnich, 2022)
		Ampicilline - Sulbactam	22 mg/kg IV TID	(Mata & Papich, 2011)
	Céphalosporines 1 ^{ère} génération	Céphalexine	10-30 mg/kg PO ou SC, BID à TID	(Chastant et al., 2019; Royal canin, 2024)
	20 mg/kg SC, SID		(Münnich, 2022)	
	Céphalosporines 2 ^{ème} génération	Cefoxitine	30 mg/kg IV, TID	(Daniels & Spencer, 2011)
	Céphalosporines 3 ^{ème} génération	Ceftiofur*	2 à 4 mg/kg (2,5 mg/kg en général) SC, BID, 5 jours maximum	(Davidson, 2014; Grundy, 2006; Münnich, 2022; Royal canin, 2024)
2.5 mg/kg SC, SID			(Chastant et al., 2019)	
Cefotaxime*		25 à 50 mg/kg IV, BID à TID	(Daniels & Spencer, 2011; Royal canin, 2024)	
Quinolones	Fluoroquinolones 3 ^{ème} génération	Marbofloxacin*	2 mg/kg SC, IV ou IO, SID	(Münnich, 2022)
		Enrofloxacin*	5 mg/kg SC, IM, IV ou IO, BID	(Münnich, 2022)
Macrolides		Azithromycine	5 à 10 mg/kg PO, SID 3-5 jours	(Münnich, 2022)
Nitro-imidazolés		Métronidazole	7,5 mg/kg PO ou IV, BID à TID	(Mata & Papich, 2011)
			5 mg/kg IV, BID	(Gunn-Moore, 2006b)

* : ne doivent être utilisés qu'exceptionnellement, après réalisation d'un antibiogramme et selon le principe de la cascade.

Le tableau 4 regroupe une multitude d'estimations de doses d'antibiotiques adaptées aux nouveau-nés. Leur utilisation, comme pour de nombreux autres médicaments est empirique. En effet, très peu de laboratoires testent leurs molécules sur les nouveau-nés, rendant leur utilisation souvent hors-AMM.

Selon les signes cliniques du nouveau-né, des traitements antibiotiques topiques peuvent également être mis en place (notamment contre les surinfections bactériennes oculaires) (A. Johnson, 2022).

En parallèle de l'antibiothérapie, des mesures préventives doivent être mises en place pour le reste de la portée afin de compléter le traitement médical : mesures d'hygiène stricte, isolement, dépistage et antibiothérapie des autres chatons si développement d'autres signes cliniques...(Chastant et al., 2019; Gunn-Moore, 2006b; A. Johnson, 2022).

Dans un contexte de parasitose interne ou externe conséquente, des traitements antiparasitaires (antimicrobiens, parfois antibiotiques également) peuvent être administrés dès le plus jeune âge. Parmi les molécules utilisables chez le nouveau-né sont comptées le fenbendazole, le ronidazole, le métronidazole, le sulfamide-trimétoprime, la clindamycine, le pamoate de pyrantel et le fipronil (Gunn-Moore, 2006b; A. Johnson, 2022; Münnich, 2022). Différentes doses à administrer ont pu être renseignées dans la littérature vétérinaire (Tableau 5).

Tableau 5: Estimations des doses des principaux antiparasitaires utilisés chez les chatons nouveau-nés.

Source : Bracq Marjorie d'après (Bastos et al., 2019; A. Johnson, 2022; J. Levy, 2006; Little, 2013; Mata & Papich, 2011; Münnich, 2022; Root Kustritz, 2003; Siak & Burrows, 2013; Veronesi & Fusi, 2022)*

Parasitose	Antiparasitaire	Dose	Source(s)
INTERNE	<i>Giardia spp</i>	Fenbendazole	50 mg/kg PO SID 3 à 5 jours consécutifs (Little, 2013; Mata & Papich, 2011; Münnich, 2022; Root Kustritz, 2003)
INTERNE	<i>Giardia spp</i>	Métronidazole	15 mg/kg PO ou IV, BID (Mata & Papich, 2011)
			25 mg/kg PO BID 5 jours consécutifs (A. Johnson, 2022)

	<i>Tritrichomonas foetus</i>	Ronidazole	30 mg/kg PO SID, minimum 10 à 14 jours consécutifs (hors-AMM)	(Bastos et al., 2019; A. Johnson, 2022; Münnich, 2022)
	Coccidiose (<i>Cystoisospora felis</i> , <i>Cystoisospora rivolta</i>)	Sulfadimethoxine	50 mg/kg PO SID le 1 ^{er} jour, puis 25 mg/kg PO SID pour 10 à 20 jours (jusqu'à guérison des symptômes et coproscopie négative)	(J. Levy, 2006)
			55 mg/kg PO SID le 1 ^{er} jour, puis 12,5 mg/kg PO BID pour 14 à 21 jours consécutifs	(Mata & Papich, 2011)
		Furazolidone	8 à 20 mg/kg SID ou BID pendant 5 jours	(A. Johnson, 2022)
		Ponazuril	20-50 mg/kg PO SID pendant 3 jours	
	Ascaridiose	Pamoate de Pyrantel	5 à 10 mg/kg PO SID	(Little, 2013)
			10 mg/kg PO SID	(J. Levy, 2006)
			15 mg/kg PO SID	(Mata & Papich, 2011)
EXTERNE	Pulicose	Fipronil	3–6 ml/kg en spray, SID (en pratique : pulvériser le spray sur un coton puis le frotter sur le nouveau-né en évitant les yeux et les muqueuses)	(Little, 2013; Münnich, 2022; Siak & Burrows, 2013; Veronesi & Fusi, 2022)

Lors d'anémie sévère notamment dans le cadre d'isoérythrolyse néonatale ou de parasitose sévère, une transfusion sanguine peut être envisagée. Les indications d'une transfusion sanguine chez un chaton nouveau-né sont globalement les mêmes que celles de l'adulte : faiblesse, tachycardie, muqueuses pâles, hématokrite < 15%. Avant toute transfusion, un groupage sanguin du chaton doit être effectué et idéalement, un test cross-match avec le sang du donneur aussi (Cohn et al., 2022; Little, 2011).

Dans un contexte de suspicion ou d'isoérythrolyse néonatale avérée, il faut absolument séparer les chatons de la mère au cours des premières 24 à 72 heures de

vie pour éviter l'ingestion supplémentaire d'anticorps maternels anti-A. Un groupage sanguin permet de ne séparer de la mère que les chatons de groupe A et AB. Ceux-ci devront recevoir un substitut colostrale pour survivre (Fournier & Chastant-Maillard, 2017a; Giger, 1997; A. Johnson & Johnson, 2022; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010). Ensuite, si les nouveau-nés affectés ont moins de 72 heures et qu'une banque de sang groupé n'est pas disponible, il faut transfuser du sang de la mère (qui est de type B et donc apporte des hématies de type B, sans anticorps anti-B). Effectivement, si le chaton de moins de 3 jours atteint d'isoérythrolyse néonatale reçoit une transfusion de sang de groupe A, ces hématies seront également détruites par les anticorps maternels anti-A qui circulent encore dans son sang, aggravant alors les signes cliniques. Au-delà de 72 heures de vie, si une transfusion sanguine est encore nécessaire pour le chaton, il faut utiliser le sang d'un donneur adulte de type A car le chaton commence à produire ses propres anticorps anti-B (Gunn-Moore, 2006b; A. K. Johnson & Johnson, 2022).

Ainsi, le sang d'un donneur groupé et compatible peut être administré au chaton par voie intraveineuse ou intraosseuse, à raison de 20 ml/kg sur un laps de temps de minimum deux heures (Gunn-Moore, 2006b; Little, 2011).

Enfin, pour une prise en charge complète des chatons, des traitements symptomatiques peuvent être effectués en addition du traitement étiologique de la pathologie néonatale.

La gestion de la douleur chez le nouveau-né est un point important à prendre en compte. Les morphiniques peuvent être utilisés avec parcimonie, en utilisant des doses adaptées (Aarnes & Muir, 2011; Casal, 2010a; Gunn-Moore, 2006b). La plupart des posologies recommandées par les scientifiques en recherche vétérinaire ont été référencées dans le tableau 6. Les morphiniques ont un effet dépresseur cardio-respiratoire plus ou moins prononcé qui peut rapidement être délétère pour un chaton de moins de trois semaines. Dès lors, quand on a recours aux opiacées, il est important de disposer de l'antidote pour inverser l'effet des molécules si nécessaire : la naloxone (Aarnes & Muir, 2011; McMichael, 2011).

Tableau 6: Estimations des doses recommandées pour les principales molécules nécessaires à l'analgésie des chatons nouveau-nés.

Source : Bracq Marjorie, d'après (Aarnes & Muir, 2011; Casal, 2010a; Royal canin, 2024; Wilborn, 2018)

Famille	Molécule	Doses, voies et fréquences d'administration	Source(s)
Phénothiazines	Acépromazine	0.01-0.05 mg/kg IM, SC	(Aarnes & Muir, 2011)
Benzodiazépines	Midazolam	0,1 à 0,4 mg/kg IV, IM	(Aarnes & Muir, 2011; Royal canin, 2024)
Morphiniques	Morphine	0,2 à 1 mg/kg IM	(Aarnes & Muir, 2011)
	Méthadone	0,1 à 0,5 mg/kg IV	(Aarnes & Muir, 2011; Royal canin, 2024)
	Buprénorphine	5 à 10 µg/kg PO QID (on peut utiliser la forme injectable pour donner par voie orale)	(Casal, 2010a)
		5 à 20 µg/kg IV, IM 10 à 20 µg/kg SL ou PO	(Aarnes & Muir, 2011; Royal canin, 2024)
	Butorphanol	0,1 à 0,5 mg/kg SC, IM ou IV q1-4h au besoin	(Casal, 2010a)
		0,02 à 0,05 mg/kg IV 0,2 à 0,4 mg/kg IM	(Aarnes & Muir, 2011)
Autre	Tramadol	1 à 4 mg/kg PO BID à QID	(Aarnes & Muir, 2011)
Antidote des benzodiazépines	Flumazénil	0,01 à 0,1 mg/kg IV	(Aarnes & Muir, 2011)
Antidote des morphiniques	Naloxone	5 à 15 µg/kg IV	(Aarnes & Muir, 2011)
		0,1 mg/kg IV ou SL	(Wilborn, 2018)
		1 à 2 gouttes (2 à 20 µg/kg) SL	(Gunn-Moore, 2006b; Royal canin, 2024)

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) peuvent interférer avec le développement du système hépatorénal qui n'est pas encore mature chez les chatons

âgés de moins de 6 semaines. Du fait de cette néphrotoxicité, leur usage est particulièrement déconseillé chez les chatons nouveau-nés (Grundy, 2006; Gunn-Moore, 2006b; Mathews, 2008). Cependant, il est parfois nécessaire d'y avoir recours pour diminuer l'hyperthermie ou la douleur dans certains cas, notamment lors de calicivirose. Dès lors, ces molécules doivent être utilisées brièvement et avec beaucoup de prudence, en diminuant les posologies (Casal, 2010a; A. Johnson, 2022).

Dans le cadre des maladies respiratoires, des inhalations salines régulières peuvent aider à désencombrer les voies respiratoires et à encourager la prise alimentaire (A. Johnson, 2022).

Dans le cadre des affections gastro-intestinales, des injections de métoclopramide peuvent être faites en cas de régurgitations, vomissements, perte d'appétit ou ralentissement du transit des chatons. La dose utilisée est de 0,2 à 0,4 mg/kg PO ou SC en bolus toutes les huit heures, ou de 1 à 2 mg/kg/jour en CRI (Daniels & Spencer, 2011; Mata & Papich, 2011). Des protecteurs gastriques comme le sucralfate peuvent aussi être administrés par voie orale au chaton (Mata & Papich, 2011). En cas de diarrhée, des microdoses de Smecta® peuvent être administrées par voie orale avec un sondage orogastrique. Il est important de rapidement prendre en charge une diarrhée sévère car elle peut provoquer un prolapsus rectal chez le chaton (Münnich, 2022). En cas de constipation, de petites doses de lactulose ou autres laxatifs (Katalax® par exemple) peuvent être administrés par voie orale ou intrarectale afin de faciliter la reprise du transit intestinal (Casal, 2010a; Little, 2013).

Les chatons sont très fréquemment soumis à des **surinfections bactériennes** et au **sepsis**. Les antibiotiques utilisés en première intention sont les **bêta-lactamines (ampicilline, amoxicilline-acide clavulanique)** car elles sont à large spectre et peu toxiques pour les nouveau-nés. La posologie utilisée est **20 mg/kg IV** ou **SC TID**.

En cas d'anémie sévère, une **transfusion sanguine** peut être réalisée à la dose de **20 ml/kg** en minimum deux heures.

À cause de leur immaturité rénale, les **AINS** sont **contre-indiqués** chez les nouveau-nés.

En cas d'affections respiratoire ou digestive, des **traitements symptomatiques** de base peuvent être ajoutés au traitement : inhalations, métoclopramide, smectite, laxatifs...

C. Examen post-mortem du nouveau-né

Malheureusement, il n'est pas rare que les chatons présentés en clinique soient trop faibles et ne survivent pas malgré le traitement. Dès lors, il est important de comprendre la cause de cette mortalité pour espérer sauver le reste de la portée et/ou pour conseiller l'éleveur dans la conduite de son élevage (Münnich, 2022). Cette démarche peut se réaliser via la récolte d'une anamnèse précise, l'examen post-mortem du chaton décédé, l'envoi d'analyses complémentaires et peut se compléter par une visite d'élevage.

1. Autopsie et recherche de lésions macroscopiques

L'examen macroscopique post mortem est un acte facile à mettre en œuvre qui permet de progresser vers un diagnostic de la cause de mortalité néonatale sous-jacente (Fournier et al., 2017; Fournier, Oger, & Chastant-Maillard, 2017; Münnich, 2022; Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

Pour que les potentielles lésions soient interprétables, le corps du nouveau-né doit être autopsié immédiatement ou réfrigéré immédiatement après la mort à une température de +4°C pour être autopsié dans les 48 heures suivant l'heure du décès. Il faut à tout prix éviter la congélation, qui détériore la structure des tissus (Chastant-Maillard et al., 2019; Contreras et al., 2024; Löhr, 2011).

Le matériel nécessaire et la méthode de l'autopsie sont les mêmes pour un chaton nouveau-né que pour un chat de n'importe quel âge. Après avoir récolté le poids de l'animal, ses commémoratifs et son anamnèse, l'examen externe complet du corps est réalisé. Ensuite, les grandes cavités (abdomen puis thorax) sont ouvertes et



Figure 31: Cavités abdominale et thoracique d'un chaton nouveau-né ouvertes pour un examen post-mortem.

Source : Lamm & Njaa, 2012

examinées (figure 31) avant l'ouverture du tube digestif (œsophage, estomac, intestins, colon) sur toute sa longueur (Chastant-Maillard et al., 2019). Des prélèvements pourront être réalisés sur différents organes. D'après plusieurs études rétrospectives, les organes présentant le plus souvent des lésions macroscopiques chez les chatons de moins de trois semaines sont les poumons, le foie, les reins, les intestins et la rate. Ce sont donc les organes les plus souvent échantillonnés pour envoi d'analyses histopathologiques et microbiologiques (Fournier et al., 2017; Fournier, Oger, & Chastant-Maillard, 2017). Au travers de ces étapes et des résultats des examens complémentaires (bactériologie, histologie...), une suspicion ou une confirmation de diagnostic peut être établie.

Lors d'isoérythrolyse néonatale, différentes observations peuvent être faites : des muqueuses pâles et des tissus ictériques, une coloration foncée de certains organes (rate et foie congestionnés, parfois hypertrophiés), des urines et des reins de pigmentation rouge-brun en cas d'hémoglobinurie. Des signes de coagulation intravasculaire disséminée (CIVD) peuvent également être observés (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010; Snoeck et al., 2013).

En cas d'infection in-utero ou périnatale par le FPV, une hypoplasie cérébelleuse peut être constatée. Sinon, cette infection sera diagnostiquée par une entérite hémorragique segmentaire ainsi que par des marges anales souillées par de la diarrhée hémorragique (figures 32 et 33). Les anses intestinales peuvent être dilatées et les muqueuses parfois nécrosées (Cave et al., 2002; Löhr, 2011; Truyen et al., 2009).



Figure 33: Entérite segmentaire dans la cavité abdominale d'un chaton.

L'hypérémie et la dilatation sévères des anses de l'intestin grêle sont caractéristiques d'une entérite parvovirale (panleucopénie). Source : Löhr, 2011



Figure 32: Diarrhée hémorragique.

Manifestation clinique emblématique de la panleucopénie féline. Source : Truyen et al., 2009

Si du lait ou du contenu gastrique est retrouvé dans la trachée et/ou les bronches et que les poumons présentent une congestion et une consistance plus ferme que la normale, une bronchopneumonie par fausse déglutition (pneumonie d'inhalation) est en général la cause du décès. Dans ces cas, une fente palatine est parfois observée et peut être à l'origine de l'inhalation du lait. Un prélèvement de tissu pulmonaire qui coule dans l'eau indiquera un poumon mal aéré, consolidé, en adéquation avec une pneumonie. la coupe, une suppuration peut être visible si des surinfections bactériennes se sont ajoutées (Contreras et al., 2024; A. Johnson, 2022; Lamm & Njaa, 2012; Löhr, 2011; Münnich, 2022).

À la suite d'une pneumonie d'inhalation, d'une omphalite ou de tout autre processus infectieux, une septicémie peut rapidement se mettre en place. La septicémie engendre rapidement la mort chez le nouveau-né. L'autopsie révélera une mauvaise odeur prononcée, des pétéchies et des ecchymoses ainsi qu'une congestion voire une nécrose multiviscérale. Le cordon ombilical étant l'une des portes d'entrées fréquente de l'infection, une omphalite peut être mise en évidence : cordon ombilical épaissi, purulent voire nécrosé. De même, un estomac rempli de lait et/ou des intestins remplis de gaz peuvent être révélateurs d'une mort subite (sepsis, toxémie) ou d'une diminution de la motilité digestive (iléus, sepsis) (Lamm & Njaa, 2012; Löhr, 2011; Münnich, 2022).

Un chaton maigre, amyotrophié, avec un estomac et des intestins vides peut être mort à la suite d'une malnutrition (négligence de la mère ou de l'éleveur) (Löhr, 2011; Münnich, 2022).

Des traces évoquant une mort traumatique sont parfois visibles : hémorragies régionales (tête, thorax, abdomen), présence de caillots sanguins, fractures du crâne...(Lamm & Njaa, 2012).

Enfin des malformations congénitales internes et/ou externes peuvent également être mises en évidence et expliquer la mort du chaton : atrésie anale, hernie diaphragmatique, hydranencéphalie, mégacôlon, persistance du quatrième arc aortique associée à un mégaoesophage...(Contreras et al., 2024; Lamm & Njaa, 2012; Löhr, 2011; Münnich, 2022).



Figure 34: Mégacôlon découvert à l'autopsie sur un chaton nouveau-né.

Malformations congénitales du tube digestif : mégacôlon associé à une striction du colon distal. Source : Contreras et al., 2024

2. Prélèvements, recherche de lésions microscopiques et d'agents infectieux

L'examen à l'échelle microscopique et la recherche d'agents infectieux sont complémentaires de l'autopsie et complètent la démarche diagnostique de l'examen post-mortem (Cave et al., 2002).

De même que pour l'autopsie, ces recherches nécessitent une conservation du corps et des échantillons en milieu réfrigéré. En effet, la congélation est à l'origine d'artéfacts importants à l'examen histopathologique et rend impossible la quasi-totalité des analyses microbiologiques. Le seul examen qui reste fiable après congélation est la réaction de polymérase en chaîne (PCR) (Chastant-Maillard et al., 2019; Contreras et al., 2024).

Les prélèvements histologiques doivent être de taille supérieure à cinq millimètres et doivent être conservés dans des pots en plastique remplis de formol à 10%. L'analyse doit se faire dans les 7 jours suivant l'autopsie (Chastant-Maillard et al., 2019).

Certaines lésions sont quasiment pathognomoniques et permettent de conclure à un diagnostic final. En voici quelques exemples :

- En cas de suspicion d'isoérythrolyse néonatale féline, une nécrose tubulaire rénale (due à l'hémoglobinurie), la présence de cellules pigmentées (par de l'hémosidérine) dans les tubules rénaux et d'érythrophagocytose dans la rate et le foie viendront confirmer l'hypothèse (Silvestre-Ferreira & Pastor, 2010).

- Pour confirmer une infection par le FPV, les analyses histopathologiques doivent mettre en évidence une nécrose et des inclusions intranucléaires des cellules épithéliales au sein des cryptes de Lieberkühn (glandes intestinales), une dilatation de la lumière des cryptes associée à une destruction majeure des villosités (Cave et al., 2002; Truyen et al., 2009).
- En cas d'infection par le FCV, une nécrose multifocale des cellules épithéliales des muqueuses buccales et du pharynx ainsi qu'une épithélialisation des alvéoles pulmonaires peuvent être mises en évidence. Ces épithéliums seront parfois infiltrés par des cellules inflammatoires (macrophages, neutrophiles, lymphocytes...), signe de pneumonie interstitielle (Caswell & Williams, 2016; Cave et al., 2002).
- Si la mort est due à une infection par le FHV, des inclusions intranucléaires virales seront mises en évidence (Caswell & Williams, 2016; Cave et al., 2002).

Ces observations combinées à des analyses PCR quantitatives permettent ensuite d'avoir une idée de la charge virale en cause (Chastant-Maillard et al., 2019).

Selon l'article de Chastant-Maillard et al., (2019), des examens bactériologiques ne peuvent être correctement interprétables que si les prélèvements sont réalisés dans les six heures suivant le décès de l'animal. Les échantillons sont prélevés à l'aide d'un écouvillon stérile, en évitant toute contamination, puis sont réfrigérés avant d'être analysés dans les 24 heures qui suivent. Les bactéries les plus souvent impliquées sont : *E.coli*, *Streptococcus canis*, *Staphylococcus aureus* et *pseudointermedius*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Campylobacter*, *chlamydiae* et les bactéries anaérobies (Münnich, 2022).

Des recherches de parasites internes peuvent être pratiquées à partir du contenu digestif ou à partir des échantillons histologiques (pour *Neospora* et *Toxocara* notamment) (Chastant-Maillard et al., 2019).

Quand le taux de mortalité néonatale est important ou qu'il augmente subitement au sein d'un élevage, il convient d'allier les examens post-mortem à un examen attentif de l'environnement dans lequel évoluent les portées.

3. Les visites d'élevage

Pour une bonne santé des animaux en élevage, des bilans de santé réguliers et des analyses post-mortem poussées doivent être combinées avec une bonne gestion de l'élevage notamment en péripartum (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022).

Les visites d'élevage constituent une partie intégrante du métier de vétérinaire. Le vétérinaire sanitaire de l'élevage peut convenir de sa réalisation avec l'éleveur sans raisons particulières, pour des vaccinations et identifications, et parfois, dans une démarche de contrôle de l'hygiène et de mise en place et/ou d'amélioration des règlements sanitaires (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Bien qu'obligatoires depuis l'arrêté du 3 avril 2014, les visites sanitaires en élevage de carnivores domestiques n'affichaient un taux de réalisation que d'environ 50% en 2017, selon une enquête menée par le centre de recherche NeoCare de Toulouse. Le 7 juillet 2016, l'arrêté initial a été modifié et seuls les élevages produisant plus d'une portée par an sont soumis à cette visite sanitaire annuelle (Driot & Mila, 2023; Mila et al., 2021).

Ces visites visent notamment à renforcer la biosécurité en élevage pour diminuer le taux de mortalité néonatale et améliorer la productivité de l'élevage en déterminant si des facteurs environnementaux impactent la survie des nouveau-nés (Chastant-Maillard et al., 2019; Gunn-Moore, 2006a). La visite annuelle permet de nouer le dialogue entre le vétérinaire sanitaire et l'éleveur afin d'aborder cinq thématiques majeures importantes pour la bonne gestion de tout élevage : le bien-être animal, les locaux, l'ambiance, la biosécurité et le registre d'élevage. Pour ne rien oublier, une fiche questionnaire guide est en général à compléter lors de la visite (Driot & Mila, 2023; Mila et al., 2014, 2021).

Ainsi, le vétérinaire doit analyser et apporter ses conseils sur le design, l'aménagement et les conditions d'ambiance des locaux, comment sont gérés les imports de nouveaux animaux et matériels au sein de l'élevage, les relations génétiques des reproducteurs, le nombre total de chats, leur répartition et leur potentiel contact avec l'extérieur ou avec d'autres animaux. Il faut également veiller à un

enrichissement de leur milieu de vie et à un temps de contact animal – être humain suffisant pour la socialisation des individus (Driot & Mila, 2023; Mila et al., 2014).

Pour la visite, le vétérinaire doit porter des surchaussures et une blouse à usage unique afin d'éviter toute contamination vers l'élevage ou vers l'extérieur. Des prélèvements pour recherches de pathologies infectieuses ou parasitaires peuvent être faits avec des pots et écouvillons stériles ainsi qu'avec des prélèvements sanguins (Mila et al., 2014).

La gestion sanitaire de l'élevage doit également être stricte. Le vétérinaire doit analyser les procédures d'hygiène et les produits utilisés : sont-ils efficaces ? adaptés ? non toxiques pour toutes les classes d'âge ? Ensemble, le responsable de la structure et le vétérinaire doivent ensuite élaborer un règlement sanitaire adapté à l'élevage pour fixer les règles d'hygiène, les procédures de soins aux animaux et les modalités de quarantaine (Chastant-Maillard et al., 2019; Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Gunn-Moore, 2006a; Mila et al., 2021; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Pour déterminer la cause de la mort d'un chaton, le vétérinaire peut procéder à une **autopsie**, des analyses **bactériologiques** et **histologiques**, des **PCR** ainsi qu'à une **visite d'élevage**.

Le corps doit être **autopsié immédiatement** à la clinique vétérinaire ou **réfrigéré à +4°C** pendant maximum **48h** avant l'autopsie. Il ne doit **pas** être **congelé**.

Les organes les plus souvent prélevés pour analyses **histologiques** sont les **poumons**, le **foie**, les **reins**, les **intestins** et la **rate**. Les prélèvements doivent être de taille supérieure à **5 mm**, conservés dans un pot de **formol 10%** et analysés par un laboratoire spécialisé dans les **7 jours** suivants.

Pour tous les examens **bactériologiques**, l'interprétation n'est faisable que si les prélèvements ont été réalisés dans les **6h suivant la mort**, **réfrigérés** en attente d'analyse et analysés par un laboratoire spécialisé dans les **24h** suivantes.

L'analyse **PCR** est le seul examen **interprétable** si le corps du chaton a été **congelé**.

Chaque élevage félin produisant **plus d'une portée par an** doit être visité **annuellement** par le **vétérinaire sanitaire** et un **règlement sanitaire** doit être établi.

III. Bonnes pratiques d'élevage : outils pour augmenter la survie néonatale féline

Le peu de recherches scientifiques portant sur le diagnostic et le traitement des chatons nouveau-nés impose le constat que la prévention reste le meilleur outil à l'heure actuelle pour faire augmenter les taux de survie néonatale. Cette prévention passe par le devoir des vétérinaires et des éleveurs à mieux s'informer sur la période néonatale et ses caractéristiques particulières. Sous les conseils du vétérinaire, l'éleveur sera apte à la bonne gestion de ses portées notamment à travers un choix des reproducteurs adapté, une hygiène poussée, des protocoles de vaccinations et de déparasitages rodés ainsi qu'à un suivi rapproché des nouveau-nés.

I. Prévention

La prévention de la mortalité néonatale en élevage félin passe avant tout par un choix des reproducteurs optimal et par un niveau d'hygiène quotidienne élevé.

1. Choix des reproducteurs

Pour permettre la naissance de chatons en bonne santé dans des conditions optimales, une attention toute particulière est à porter aux reproducteurs.

Dans cette démarche, il est important que des bilans de santé annuels des reproducteurs de l'élevage soient réalisés. Au cours de ce contrôle, un examen clinique complet et un bilan sanguin permettent la détection précoce de potentielles maladies qui pourraient impacter toutes les classes d'âge. Par exemple, les dépistages du FeLV et FIV doivent être réalisés régulièrement afin de pouvoir écarter de la reproduction tout individu qui n'est pas en parfaite santé ou qui pourrait mettre la vie des nouveau-nés en danger (EU Platform on Animal Welfare, 2020; Goericke-Pesch & Packeiser, 2022).

Le groupage sanguin des reproducteurs est également un examen important, qui est à systématiser notamment dans les élevages de race à risque (British Shortair, Devon Rex, Persan, Abyssin, Angora Turc...) : c'est un test rapide, facile à mettre en œuvre et très efficace car il permet d'éliminer les risques d'isoérythrolyse néonatale. En effet, il permet d'éviter les accouplements entre femelles de groupe B et mâles de groupe A (Chastant, 2019; Münnich, 2022; Snoeck et al., 2013).

Afin de limiter le risque de dystocies et l'apparition de problèmes comportementaux (manque d'instinct maternel, stress très important, cannibalisme...) qui augmentent la mortalité néonatale, il est nécessaire d'attendre que la femelle ait atteint la fin de sa croissance avant d'être saillie, c'est-à-dire 18 à 24 mois selon la race (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022).

Des dépistages génétiques peuvent être réalisés au sein des élevages pour déterminer le statut des reproducteurs concernant les mutations spécifiques identifiées dans la race. La diversité génétique (hétérozygotie) doit également être préférée aux relations de consanguinité (qui augmentent l'homozygotie). Ne pas respecter ces principes augmente le risque de malformations congénitales héréditaires et donc augmente la mortalité néonatale (Chastant, 2019; Davidson, 2014; Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Gough & Thomas, 2004).

D'autre part, il a également été démontré que certaines races de chat ont un taux d'incidence de dystocie significativement plus haut que d'autres : British Shortair, Oriental, Sacré de Birmanie, Ragdoll, Abyssin (Holst et al., 2017). Pour augmenter les chances de survie des nouveau-nés au sein de ces élevages, les éleveurs doivent être conscients de ces risques accrus et particulièrement à l'aise avec les mesures de réanimation des chatons. Ils doivent être d'autant plus attentifs à chaque mise-bas, qui pourrait nécessiter une césarienne d'urgence. Le rôle du vétérinaire est de mettre en garde contre ces risques et de s'assurer que l'éleveur sait reproduire les gestes de premier secours (Chastant, 2019; Pereira et al., 2022).

2. Bonne hygiène de l'élevage

Comme vu précédemment, les infections bactériennes constituent la première cause de mortalité au cours de la période néonatale. Ainsi, pour prévenir ce risque, un niveau d'hygiène élevé avec un système de marche en avant (figure 35) et un protocole sanitaire strict sont nécessaires au sein des chatteries (Outters-Boillin & Thébault, 2023). Ce programme doit comporter un entretien général quotidien incluant l'inspection des locaux et du matériel afin d'y nettoyer les zones souillées à l'eau et au savon neutre avant la désinfection. Les produits utilisés pour désinfecter doivent être sans danger pour les chats. Ainsi, il est recommandé d'éviter les désinfectants

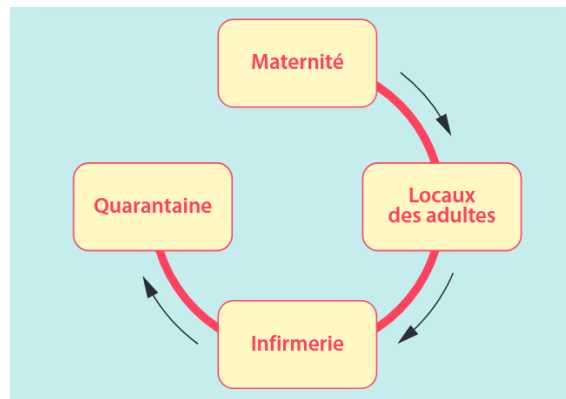


Figure 35: Principe de la marche en avant en élevage.

Pour minimiser les risques au sein de l'élevage, il faut d'abord s'occuper des individus à risque (les chatons), puis des adultes non malades, des malades en infirmerie et, enfin, des individus en quarantaine.

Source : Mila et al., 2014

phénoliques, l'hypochlorite de sodium et les produits à base de chlorure de benzalkonium surtout à fortes concentrations. Ces produits peuvent irriter les voies respiratoires des chatons et traverser facilement leur peau fine (EU Platform on Animal Welfare, 2020; Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Pereira et al., 2022). Il est important de nettoyer les différents espaces de l'enclos sur un système de rotation pour le bien-être des chats. En effet, leurs odeurs déposées dans l'environnement leur sont familières et doivent être conservées afin qu'ils se sentent en sécurité. Pour limiter le risque de contaminations et d'infestations parasitaires massives, l'hygiène reste une base. Ainsi, les excréments doivent être ramassés et les litières nettoyées quotidiennement. De même, l'eau doit être changée et les gamelles nettoyées tous les jours. Il convient également de veiller à l'absence stricte de nuisibles (notamment de rats et de souris) dans les bâtiments, qui pourraient apporter et propager de nouvelles maladies dans l'élevage (EU Platform on Animal Welfare, 2020).

Ainsi, la prévention en élevage félin repose sur un bon choix des reproducteurs, une bonne hygiène, un contrôle des facteurs environnementaux et une surveillance rigoureuse de la mère et de la portée. Elle reste dans tous les cas, bien plus efficace que le traitement une fois la maladie installée (Fournier et al., 2017).

II. Prophylaxie

Les infections virales représentent également une part importante de la mortalité chez les chatons. Facilement contagieuses et engendrant de lourdes pertes

autant sur le plan émotionnel qu'économique, elles génèrent une peur importante pour beaucoup d'éleveurs félins. Dès lors, les protocoles vaccinaux des animaux à la reproduction doivent être irréprochables. Pour cela, les chats mâles et femelles doivent obligatoirement être vaccinés pour les valences essentielles : typhus (FPV) et coryza (FCV et FHV). Pour les chats vivants en collectivité (élevage, refuge...) ou ayant un accès à l'extérieur, le vaccin contre la leucose (FeLV) est également recommandé (EU Platform on Animal Welfare, 2020; Evermann & Wills, 2011; Fitzgerald & Newquist, 2011; Outters-Boillin & Thébault, 2023).

Pour protéger les chatons nouveau-nés grâce à un colostrum riche en anticorps maternels dirigés contre des agents pathogènes spécifiques, la mère doit être correctement vaccinée. Ainsi, les recommandations actuelles indiquent de faire un rappel vaccinal de la femelle reproductrice au moins un mois avant la saillie pour booster la production d'anticorps pendant le laps de temps s'étendant jusqu'à la mise-bas (EU Platform on Animal Welfare, 2020; Pereira et al., 2022; Squires et al., 2024). Effectivement, il est plutôt non recommandé de vacciner une femelle au cours de la gestation. Si le vétérinaire n'a pas le choix que de vacciner la mère gestante pour les valences essentielles, il doit opter pour un vaccin inactivé plutôt qu'un vaccin vivant atténué (Chastant-Maillard et al., 2017; Squires et al., 2024).

La vermifugation des femelles reproductrices, et plus généralement, de tous les animaux qui seront en contact avec les nouveau-nés, est également importante. Elle fait partie des mesures de prévention. Les femelles doivent notamment être vermifugée au moment de la saillie et environ 15 jours avant la mise-bas. Le fenbendazole, peut être utilisé à la dose de 50 mg/kg, par voie orale, une fois par jour pendant 3 jours afin de prévenir la transmission de parasites aux nouveau-nés à travers le placenta, le lait (pour *Toxocara cati*) ou les selles (Chastant, 2019; Fournier, Mila, & Chastant, 2017b; *Guidelines | ESCCAP*, 2021; Pereira et al., 2022).

Chez les chatons, en lien avec les recommandations actuelles, la vermifugation peut commencer dès la deuxième ou troisième semaine de vie et être répétée toutes les deux semaines jusqu'aux deux mois ou 12 semaines du chaton (*Guidelines | ESCCAP*, 2021; Little, 2013; Münnich, 2022; Royal canin, 2024; Veronesi & Fusi, 2022). Le plus souvent, la prophylaxie contre les parasites internes chez le nouveau-né se fait avec l'administration par voie orale de pamoate de pyrantel, avec une posologie entre 5 et 15 mg/kg (J. Levy, 2006; Little, 2013; Mata & Papich, 2011;

Veronesi & Fusi, 2022). Des coprologies peuvent également être réalisées afin de définir la nécessité d'un vermifuge pour les individus. (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; *Guidelines* | ESCCAP, 2021; Münnich, 2022; Royal canin, 2024).

De même, la prévention des parasitoses externes chez le chaton peut commencer dès l'âge de deux semaines, avec une application mensuelle (hors-AMM) de Fipronil en spray. L'administration la plus sécuritaire pour les nouveau-nés se ferait en appliquant le produit sur un coton que l'on frotterait ensuite sur le corps du chaton en évitant les yeux, la bouche et la zone ano-génitale (Münnich, 2022; Veronesi & Fusi, 2022). Une étude a démontré que ce produit pouvait être utilisé sans conséquences dès le deuxième jour de vie chez les chatons (Gunn-Moore, 2006b; Siak & Burrows, 2013).

La mise en place de programmes de vermifugation et de protocoles de vaccination adaptés ainsi qu'une hygiène rigoureuse des locaux et de la litière constituent les piliers de la prévention contre les parasites et les maladies virales (Münnich, 2022). Le rôle du vétérinaire est ici central pour assurer une éducation des éleveurs et propriétaires sur le sujet, et pour adapter les protocoles selon le contexte.

III. Importance du suivi des nouveau-nés en élevage

Afin de prévenir la mortalité au cours de la période sensible des trois premières semaines de vie, un suivi rigoureux de la portée doit s'ajouter aux mesures de prophylaxie discutées précédemment.

A la naissance, l'éleveur ou le vétérinaire doit désinfecter le cordon ombilical de chaque nouveau-né afin de minimiser le risque d'infection bactérienne ascendante. Pour cette étape, la teinture d'iode à 2% (desséchante et désinfectante), la povidone iodée ou encore la chlorhexidine (uniquement désinfectante) sont recommandées. La désinfection doit être poursuivie par l'éleveur matin et soir jusqu'au dessèchement et la chute des vestiges de l'ombilic vers le troisième jour de vie. La cicatrisation cutanée a généralement lieu dès le cinquième ou sixième jour et doit également être surveillée (Chastant, 2023; Davidson, 2014; Doebeli et al., 2013; Vassalo et al., 2015).

Grâce à la différenciation des chatons de la portée par des colliers de couleurs différentes, l'éleveur peut suivre facilement le comportement et la vivacité de chaque chaton à distance, sans déranger la mère en permanence (Little, 2013). C'est

également son rôle de surveiller la mère et son comportement avec les chatons, surtout au cours des premiers jours. Cette surveillance permet de s'assurer d'un bon comportement maternel, optimisant la survie des nouveau-nés (Chastant, 2023).

Pour suivre la prise de lait de chaque nouveau-né et ainsi savoir si les besoins énergétiques sont comblés, une pesée quotidienne voire biquotidienne est nécessaire et apporte de précieuses informations. En effet, la prise de poids pendant les 48 premières heures s'est révélée être un indicateur de la bonne santé du chaton car elle permet d'évaluer indirectement la qualité du transfert d'immunité passive qu'il a reçu (Chastant, 2023; Wilborn, 2018). Au-delà de cette information, la pesée permet également d'objectiver la normalité de la croissance des chatons et de repérer rapidement un chaton en syndrome de dépérissement (Chastant-Maillard et al., 2020).

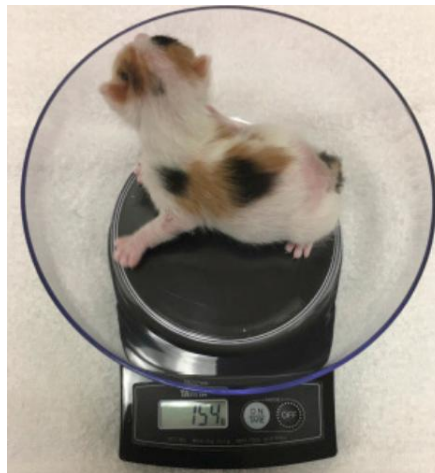


Figure 36: Pesée du chaton avec une balance de cuisine.

Source : Wilborn, 2018

Des prises de température doivent être faites régulièrement, notamment avant tout repas si certains chatons doivent être biberonnés (Chastant-Maillard et al., 2020; Pereira et al., 2022).

L'éleveur ou le propriétaire joue alors un rôle décisif dans la définition du taux de survie néonatale, grâce à une surveillance accrue et des soins rigoureux après la mise-bas.

Un adulte reproducteur idéal est un chat en **bonne santé**, dont le sang est **groupé** et qui est **examiné** au moins **une fois par an** par un vétérinaire. Il doit également être correctement **vacciné** (valences RCP + FeLV) et **déparasité** (antiparasitaires interne et externe).

L'éleveur doit **éviter** les croisements **consanguins** et les croisements entre **femelles** de groupe **B** et **mâles** de groupe **A** pour lutter contre les **anomalies congénitales héréditaires** et l'**isoérythrolyse néonatale**, respectivement.

Il doit également veiller à une **hygiène** irréprochable et à des **paramètres environnementaux** adaptés au sein des locaux de reproduction, notamment grâce à des **protocoles sanitaires**.

L'éleveur doit connaître les signes avant-coureurs de **dystocie** et être capable de réaliser les **soins de réanimation néonatale** pour diminuer le taux de mortalité périnatale.

Il est ensuite chargé de **surveiller** les **relations** entre la mère et sa portée ainsi que la **prise de poids** et la **vivacité** des nouveau-nés afin d'optimiser la mise en évidence des chatons à **risque de mortalité plus élevé** et des chatons **malades**.

Il doit prendre en charge les **besoins physiologiques** des nouveau-nés si la mère les rejette ou n'est pas apte à s'en occuper.

Le rôle du vétérinaire est de l'**accompagner** dans ses décisions, de le **conseiller** sur la gestion reproductive de son élevage et de l'**informer** sur ses obligations.

Pour conclure, la principale cause de mortalité des chatons au cours de la période néonatale est reliée aux infections bactériennes et leur complication en sepsis. La prévalence de cette étiologie est suivie de près par la prévalence des infections virales, des anomalies congénitales, des traumatismes, de l'isoérythrolyse néonatale et des parasitoses internes et externes. La prise en charge d'urgence des chatons est primordiale avant toute investigation et comprend la correction des « 4H » : l'hypothermie, l'hypoxie, la déshydratation et l'hypoglycémie. Les examens cliniques et complémentaires permettent d'établir un diagnostic et de mettre en application un traitement. La mortalité néonatale élevée même dans ce contexte, motive le futur de la profession vétérinaire à renforcer la prévention auprès des propriétaires de chat et à renforcer les connaissances disponibles sur cette période critique de la vie du chaton.

PARTIE 3 : ÉLABORATION D'UN SUPPORT PÉDAGOGIQUE

Face au constat d'un apprentissage insuffisant de la néonatalogie féline, cette troisième partie vise à proposer une réponse pédagogique concrète adaptée aux besoins actuels des étudiants vétérinaires. Après un état des lieux portant sur l'enseignement de cette discipline et ses défis, l'e-learning est abordé comme une solution viable dans ce contexte. La conception de cas cliniques réalistes interactifs concernant la période néonatale féline grâce à la plateforme Genially est ensuite présentée. L'objectif final de cette thèse consiste donc à fournir un support pédagogique supplémentaire, qui favorise l'apprentissage actif grâce au e-learning, pour permettre un apprentissage facilité d'un domaine encore trop peu étudié.

I. Etat des lieux sur l'apprentissage actuel de la néonatalogie féline

Le domaine de la néonatalogie féline est un pan important de la reproduction dont l'enseignement comporte encore de nombreuses lacunes alors même que les taux de mortalité restent très élevés au cours de cette période critique. Cette partie réalise un état des lieux de la situation actuelle et des enjeux futurs.

A. Formation des étudiants et jeunes vétérinaires limitée : constat et origines

Depuis quelques années, le domaine de la reproduction des petits animaux gagne de l'intérêt au sein des recherches de la sphère scientifique vétérinaire. Ce constat fait écho à l'intérêt grandissant du public pour l'élevage des animaux de compagnie mais aussi à la volonté de développer des biotechnologies utiles à la conservation des espèces en danger de disparition, en utilisant les carnivores domestiques comme modèles (Banchi et al., 2022; Veronesi & Fusi, 2022).

Malgré ces avancées en recherche, certains domaines d'études de la reproduction restent trop peu traités comme c'est le cas de la néonatalogie, qui reste globalement peu étudiée chez les animaux de compagnie. En effet selon Banchi et al.

(2022), la néonatalité et la périnatalogie n'ont été le sujet que de 7,97% des documents publiés sur la reproduction des petits animaux dans la littérature scientifique entre 2012 et 2021.

Ainsi, au sein des carnivores domestiques, nous disposons de très peu d'études pour les nouveau-nés concernant l'évaluation clinique à la naissance (score APGAR, poids à la naissance) ou au cours des trois premières semaines de vie, les paramètres physiologiques, hématologiques et biochimiques, les traitements possibles, l'immunologie, la mortalité et ses déterminants ou encore les résultats d'autopsies (Axelsson, 2019; Banchi et al., 2022; Cohn et al., 2022; Löhr, 2011; Pereira et al., 2024).

En outre, pour la plupart des vétérinaires étudiants et diplômés le domaine de la néonatalogie féline reste encore plus obscur que celui de la néonatalogie canine. Avec deux fois plus de recherches scientifiques menées dans le domaine de la reproduction canine que dans celui de la reproduction féline, l'apprentissage de la reproduction des petits animaux au sein du cursus d'études vétérinaires se focalise lui aussi majoritairement sur la reproduction canine, malgré un intérêt grandissant pour les chats (notamment de race pure) en tant qu'animaux de compagnie (Banchi et al., 2022; Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Mugnier et al., 2023; Pereira et al., 2024; Veronesi & Fusi, 2022).

Les connaissances en termes de néonatalogie féline diffèrent entre les vétérinaires selon l'école et le pays où ils ont étudié, mais également selon l'année d'obtention de leur diplôme. En effet, les apprentissages sur la néonatalogie au sein des écoles vétérinaires ont beaucoup évolué au cours des 20-30 dernières années. Certains auteurs appuient sur la différence dans la gestion de la reproduction entre la période précédant les années 1990 et les années qui ont suivi. Avant 1990, la majorité des animaux de compagnie étaient entiers et il était alors coutume pour les vétérinaires d'être confrontés à des nouveau-nés. Puis, pour répondre à la nécessité de limiter la surpopulation des chats et des chiens, les recherches et apprentissages vétérinaires se sont focalisés sur la stérilisation des animaux de compagnie et ses avantages, rendant la présence de nouveau-nés beaucoup plus rare en clinique. Pour les générations sorties d'école entre 2005 et maintenant, l'enjeu est tout autre avec le développement grandissant de l'élevage des animaux de compagnie et l'augmentation

subséquente du nombre de nouveau-nés malades à prendre en charge en clinique vétérinaire (Pereira et al., 2022; Wilborn, 2018).

Ainsi, les vétérinaires canins, étudiants et diplômés, tout comme les ASV sont encouragés à approfondir leurs connaissances sur la physiologie et les présentations cliniques communes des nouveau-nés canins comme félins (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022; Wilborn, 2018).

B. Défis pédagogiques

Malgré la volonté des vétérinaires et des scientifiques à approfondir le domaine de la néonatalogie féline dans les années à venir, cela n'en reste pas moins un véritable défi pédagogique. La mise en application des connaissances en néonatalogie féline au sein des structures vétérinaires est souvent perturbée par un mauvais assemblage des conditions pour une prise en charge optimale du nouveau-né. En effet, la majorité des chatons nouveau-nés présentés sont soit en bonne santé (cas des césariennes), soit mourants car présentés tardivement dans l'évolution de leur pathologie, les symptômes avant-coureurs étant passés inaperçus aux yeux des propriétaires (Grundy, 2006).

La mise à profit des connaissances des vétérinaires en néonatalogie féline est parfois également limitée par l'absence de moyens financiers que les propriétaires ou éleveurs sont prêts à injecter dans les soins d'un chaton nouveau-né au regard de ses faibles chances de survie.

En ce qui concerne la formation au sein de l'école vétérinaire VetAgro Sup, l'apprentissage théorique comme pratique de la néonatalogie reste très limité, notamment pour les raisons évoquées dans la sous-partie précédente. Ainsi, l'application pratique de soins aux nouveau-nés n'est actuellement pas réalisable régulièrement au cours de la formation.

En pratique à VetAgro Sup, la rotation clinique « Reproduction des petits animaux » permet aux étudiants de A4 jusqu'à A6, d'assister à des césariennes et d'effectuer la réanimation néonatale des chatons, si cette chirurgie se présente par chance au cours de leur semaine de rotation. Sinon, les étudiants de A5 et A6 peuvent également être confrontés à des nouveau-nés félins au SIAMU (centre d'urgence, de réanimation et de soins intensifs pour animaux de compagnie de l'école vétérinaire),

dans le cadre de réanimation néonatale à la suite d'une césarienne d'urgence, ou pour la prise en charge d'urgence de chatons en état critique. Néanmoins, la présentation de ces cas lors des rotations cliniques reste imprévisible et il n'est pas rare que des étudiants terminent leur cursus scolaire sans jamais avoir été confrontés à un nouveau-né félin.

Le manque d'exposition aux cas réels de morbidité néonatale féline au cours des études vétérinaires ou en poste en clinique à la sortie de l'école renforce alors l'appréhension de nombreux jeunes vétérinaires à la gestion des nouveau-nés. La médecine vétérinaire sur les nouveau-nés se révèle souvent impressionnante au vu de la petitesse des patients soignés qui rend l'examen clinique standard (auscultation, palpation abdominale), les examens complémentaires et de nombreux soins (pose de cathéter, prise de sang...) plus compliqués que chez les patients adultes (Grundy, 2006; Pereira et al., 2022).

Dans une optique de rendre plus instinctive la prise en charge des chatons de cette catégorie d'âge, des cas cliniques de néonatalogie féline ont été imaginés pour l'élaboration d'un support pédagogique interactif que nous présenterons plus tard au sein de cette troisième partie.

C. Enjeux de cet apprentissage

Pour rappel, la mortalité des chatons en élevage s'élève jusqu'à 14% entre la naissance et le sevrage d'après certains auteurs (Romagnoli et al., 2019). De plus, environ 70% de ces décès surviennent au cours de la semaine suivant la mise-bas, notamment au cours des trois premiers jours de vie (Černá et al., 2024; Münnich, 2022; Veronesi & Fusi, 2022).

Longtemps perçue comme inévitable et donc « normale » dans cette tranche d'âge, la mortalité néonatale constitue désormais un problème majeur aux yeux des propriétaires, des éleveurs et des vétérinaires (Banchi et al., 2022; Pereira et al., 2024). En effet, la mortalité néonatale féline reste un fléau très répandu au sein des élevages comme des refuges et est à l'origine de lourdes conséquences émotionnelles et économiques (Axelsson, 2019; Mugnier et al., 2023).

L'une des causes de cette mortalité néonatale répandue mondialement et sur laquelle il existe un pied de levier, est le manque de connaissances en néonatalogie,

entraînant des retards ou des échecs de l'évaluation clinique des nouveau-nés, de leur diagnostic et des soins précoces à leur apporter (Pereira et al., 2024). La néonatalogie est l'un des domaines de la médecine vétérinaire où avoir une base solide de connaissances sur la physiologie et sur les présentations cliniques courantes des nouveau-nés peut avoir un réel impact positif directement sur la survie néonatale (Pereira et al., 2022; Wilborn, 2018). De plus, une meilleure connaissance de l'élevage félin et ses pratiques permettraient une meilleure coopération vétérinaire – éleveur et donc une meilleure communication sur la prévention de la mortalité néonatale (Goericke-Pesch & Packeiser, 2022).

Ainsi, l'apprentissage de la néonatalogie féline représente un enjeu majeur pour tous, afin de réduire les taux de mortinatalité qui restent encore aujourd'hui très élevés (Pereira et al., 2022; Veronesi & Fusi, 2022; Wilborn, 2018).

La néonatalogie féline est deux fois moins étudiée que la néonatalogie canine, qui est elle-même globalement peu étudiée. La formation des vétérinaires sur le sujet est limitée par le peu d'études scientifiques et par le manque d'exposition aux cas réels. Beaucoup d'a priori sur la prise en charge des nouveau-nés sont à effacer afin d'améliorer les compétences des équipes vétérinaires sur la néonatalité féline pour pouvoir en diminuer les importants taux de mortalité.

II. Intérêt pédagogique du e-learning et des cas cliniques interactifs

L'adaptation des méthodes d'enseignements au sein des cursus vétérinaires est primordiale pour répondre aux besoins des nouveaux apprenants, issus pour la plupart de la génération Z. Dans un contexte de transition numérique, le e-learning et notamment les cas cliniques interactifs sont perçus par les étudiants comme des outils particulièrement adaptés pour renforcer leurs compétences théoriques et pratiques. Cette sous-partie aborde leur intérêt pédagogique et présente les outils qui seront utilisés pour élaborer le support d'apprentissage de néonatalogie féline : Genially et Leonardo.AI.

A. Apport du e-learning dans la qualité de l'apprentissage

La majorité des étudiants actuels en santé humaine et animale font partie de la « génération Z » ou « gen Z », qui inclue les individus nés entre 1995 et 2012. L'exposition constante de cette génération aux technologies innovantes tout au long de leur vie et de leur parcours éducatif a développé chez elle des besoins différents de ceux des générations précédentes, notamment en termes de méthodes d'apprentissage (Kim & Kim, 2024; Shorey et al., 2021).

En effet, selon plusieurs études, les étudiants de la gen Z auraient tendance à avoir une capacité d'attention plus courte, une préférence pour l'apprentissage multimodal, la possibilité de travailler en indépendance, dans des conditions flexibles, et une volonté d'avoir un accès immédiat à l'information (Eckleberry-Hunt et al., 2018; Kim & Kim, 2024; Shorey et al., 2021).

Dès lors, l'e-learning ou apprentissage numérique s'impose comme une méthode idéale et est très bien accueilli par les étudiants actuels, notamment dans le domaine des sciences vétérinaires. L'e-learning fait intervenir une multitude d'éléments multimédias : photos, vidéos, audios, quizz, textes à trous, questions à réponse(s) unique ou multiples, cas cliniques, jeux interactifs, modélisations 3D... qui ont l'avantage de pouvoir être utilisés avec une infinité de possibilités pour capter l'attention de l'étudiant. Cette forme d'apprentissage actif permet à l'étudiant de tester ses connaissances et d'améliorer leur mémorisation grâce à des sessions brèves et interactives, le tout dans un univers attractif et stimulant (Aryee et al., 2024; Demiray & Açı, 2024; Kim & Kim, 2024; Shorey et al., 2021).

L'apprentissage numérique permet également aux étudiants de travailler depuis n'importe où, à n'importe quelle heure avec la seule condition d'avoir un ordinateur et une connexion Internet correcte. Cette flexibilité permet un apprentissage personnalisé à chaque étudiant, qui peut alors évoluer à son propre rythme, en prenant le temps qui lui est nécessaire à la réflexion des questions et avec la possibilité de faire des sessions courtes pour rester concentré (Alex et al., 2024).

Le feed-back instantané qui est proposé dans la plupart des formes d'apprentissage en ligne est également très apprécié des étudiants, qui peuvent ainsi

plus rapidement et efficacement comprendre et apprendre de leurs erreurs (Godager et al., 2024).

Cependant, l'e-learning n'est pas destiné à remplacer l'apprentissage passif, à savoir : les cours magistraux. En effet, les étudiants préfèrent maintenir un apprentissage mixte en combinant l'e-learning aux cours-magistraux, comme un outil complémentaire. Cette possibilité permet d'augmenter efficacement et de manière ludique le temps consacré à l'apprentissage des connaissances et de réitérer à maintes reprises l'exposition aux informations, ce qui favorise leur mémorisation à long terme (Alex et al., 2024; Aryee et al., 2024; Demiray & Açı, 2024; Lochner et al., 2016).

Ce format d'apprentissage se développe depuis quelques années en médecine humaine et est maintenant bien implanté également en médecine vétérinaire, notamment au sein de l'école vétérinaire de VetAgro Sup.

B. L'apprentissage par cas cliniques, un pan du e-learning

Au sein des écoles vétérinaires, l'apprentissage par cas clinique est le format d'apprentissage numérique le plus utilisé et qui semble satisfaire le plus les étudiants pour une utilisation en complément des cours magistraux dont ils disposent. En effet, la mise à disposition de scénarios cliniques réalistes créés par les professeurs ou par des étudiants supervisés, permet à l'étudiant de se confronter à de nouvelles situations en autonomie pour s'auto-évaluer sur la prise de décision clinique. En partie grâce à sa liberté d'exploration sans conséquences réelles, cet exercice permet à l'étudiant de faire un état des lieux des connaissances réellement acquises et de celles qui nécessitent davantage de temps d'apprentissage (Byron et al., 2014; Creevy et al., 2018; Godager et al., 2024).

Les cas cliniques en e-learning représentent alors un bon entre-deux entre l'apprentissage des cours magistraux théoriques et la confrontation à la pratique réelle en sortie d'école. En effet, certaines études ont mis en évidence que ces cas cliniques fictifs mais réalistes permettent aux étudiants de gagner en confiance dans leur prise de décision clinique, cœur même du métier de vétérinaire. Ils ont un impact positif sur les étudiants, avec notamment le développement d'une plus grande confiance pour formuler des listes de problèmes, choisir les examens complémentaires prioritaires,

établir un diagnostic et évaluer le bien-être animal (Godager et al., 2024; Sawras et al., 2020).

Même si les étudiants considèrent que ces cas cliniques interactifs ont la même efficacité que les cours magistraux dans l'apprentissage de la théorie, ils ont l'avantage de laisser l'opportunité à l'étudiant d'améliorer sa prise de décision clinique de manière autonome, notamment grâce à des feedbacks instantanés à la suite de ses réponses au cas clinique. Cette méthode d'apprentissage favoriserait la remise en question et l'auto-évaluation, qualités utiles aux étudiants en fin de cursus qui sont souvent livrés à eux-mêmes en sortie d'école (Byron et al., 2014; Creevy et al., 2018; Godager et al., 2024; Vandeweerd et al., 2007).

De plus, la possibilité de réaliser ces cas cliniques en autonomie et sans supervision, rend cette option d'apprentissage très économique une fois qu'elle est mise en place au sein d'un enseignement (Creevy et al., 2018; Vandeweerd et al., 2007).

Dans l'optique de questionner les connaissances actuelles des étudiants vétérinaires sur le sujet de la néonatalogie féline et de les encourager à se former davantage pour de meilleures prises de décisions cliniques dans ce domaine, nous avons imaginé deux scénarios réalistes de cas cliniques de néonatalogie féline à réaliser en ligne. Ces cas cliniques seront présentés dans la prochaine sous-partie.

C. Présentation du logiciel Genially

Pour réaliser ces cas cliniques interactifs, il était nécessaire d'utiliser une plateforme pouvant intégrer facilement du contenu éducatif et des éléments multimédias plus ou moins interactifs (photographies, questions sous différentes formes, effets pouvant être générés par l'utilisateur...). Un autre critère important était que nous avions besoin d'une interface en ligne facile d'accès et intuitive pour garantir une rapidité de prise en main et une facilité d'utilisation pour quelqu'un qui n'a pas spécialement de connaissances poussées en informatique. Ainsi, notre choix s'est porté sur le logiciel Genially.

Genially est un logiciel en ligne permettant de créer des supports pédagogiques interactifs gratuitement. Ces supports sont ensuite utilisables en synchrone ou en

asynchrone, mettant ainsi l'accent sur l'autonomie possible de l'utilisateur pour s'entraîner avec les cas cliniques.

Lorsque l'utilisateur commence à utiliser Genially, le projet n'est alors qu'à l'état de page vierge à compléter, comme illustré dans la figure 37.

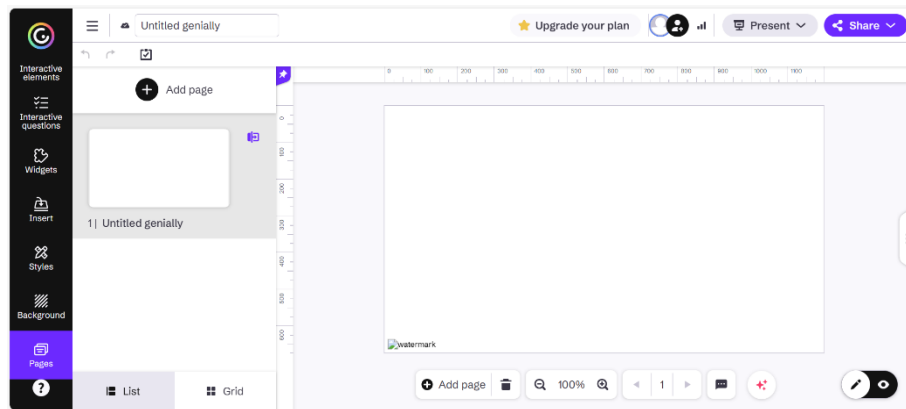


Figure 37: Page vierge en début de création d'une présentation sur Genially.

Grâce aux multiples fonctionnalités du logiciel, l'utilisateur peut ensuite créer un jeu tel qu'un cas clinique réaliste, en ajoutant pas à pas les éléments et les questions auxquelles il veut que l'étudiant soit confronté. Genially offre la possibilité d'ajouter des animations et des éléments d'interactivité à tous les objets insérés dans la présentation, permettant de créer un cadre ludique et captivant.

Les animations permettent notamment de mettre en mouvement des formes, du texte ou du contenu multimédia.

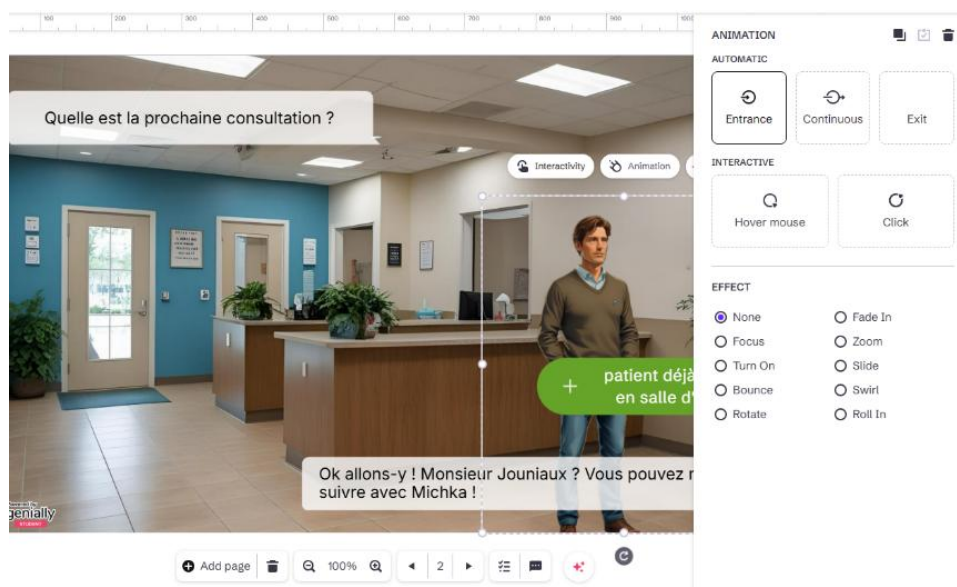


Figure 38: Principales animations disponibles sur Genially.

Les éléments d'interactivité permettent d'afficher plus de contenu (ouverture de fenêtres cachées, affichage d'étiquettes d'informations au passage de la souris, lecture de fichiers audios), de naviguer entre les différentes pages de la présentation (envoyer à la page suivante, retour en arrière, envoi à la page 46, ouverture de liens internet...) et également de modifier l'affichage du contenu (lancer un effet, zoomer, masquer ou révéler des éléments quand on clique dessus).

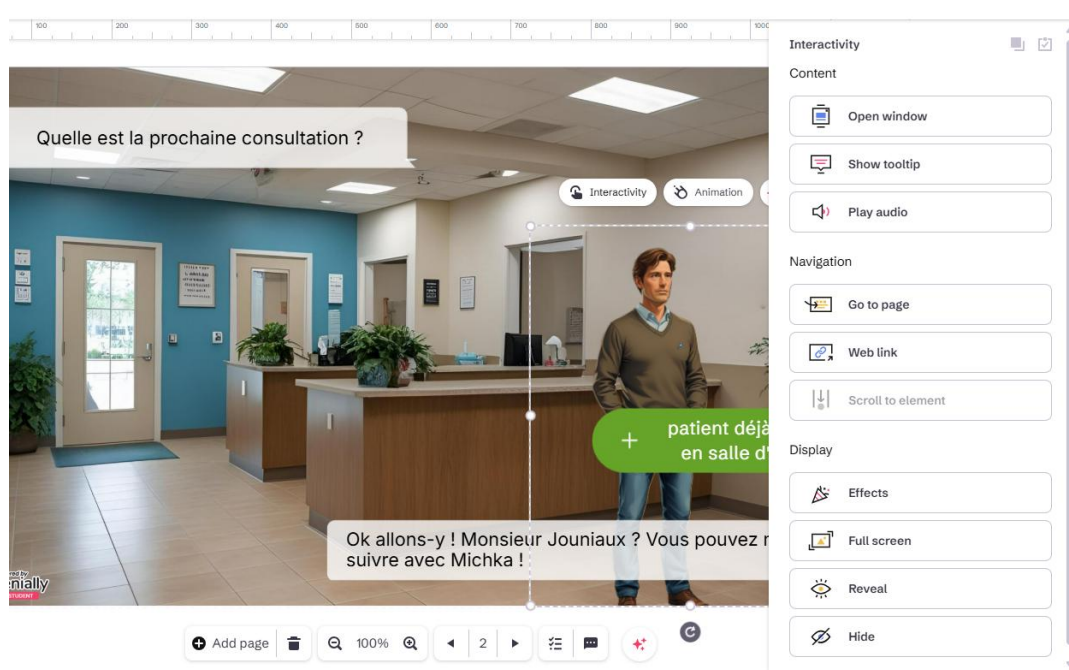


Figure 39: Eléments d'interactivité disponibles sur Genially

Pour ajouter encore plus d'interactivité au contenu, des widgets sont également utilisables : cartes à retourner, carrousel de photos à faire défiler, mosaïques de photos, jeu de paires...

Et enfin, pour évaluer les connaissances de l'apprenant, différents formats de questions sont à dispositions : questions à réponse unique, questions à réponses multiples (avec ou sans images associées), questions de type vrai/faux, textes à trous, question à réponse courte et triage de propositions.

Dès lors, Genially offre une infinité de possibilités pour la création d'un outil pédagogique interactif original et stimulant pour des étudiants en école vétérinaire. Une fois les bases du logiciel maîtrisées, la réalisation de cas cliniques, bien que chronophage, se révèle être à la portée de tout le monde.

Pour créer une ambiance et un design de jeu interactif, des illustrations sur le thème de la médecine vétérinaire ont été matérialisées grâce à des logiciels d'intelligence artificielle. Ici, Leonardo.AI et Chat GPT ont donc permis de générer les fonds représentant la salle d'attente et la salle de consultation ainsi que les protagonistes et certains des patients. Des illustrations directement disponibles sur Genially et dans ma galerie de photographie personnelle ont également été utilisées.

III. Conception des cas cliniques interactifs fictifs

À l'aide de Genially et des recherches bibliographiques concernant la physiologie et les pathologies néonatales réalisées dans les parties I et II, un support pédagogique interactif et intuitif a pu être réalisé relativement rapidement. Ce support à destination des étudiants de VetAgro Sup (principalement en A5 et en A6) aborde deux cas cliniques réalistes de néonatalogie féline.

A. Sélection de cas cliniques pertinents

L'objectif de cette thèse était de créer des cas cliniques pertinents et utiles aux étudiants, afin de leur fournir les principaux outils de connaissance pour pouvoir prendre en charge un chaton nouveau-né dans de bonnes conditions. En effet, ces supports interactifs confrontent l'étudiant à des cas cliniques réalistes de néonatalité féline, qu'il sera amené à rencontrer rapidement au cours de sa carrière de vétérinaire et pour lesquels il n'a parfois reçu aucun cours magistral.

Le premier cas clinique concerne un cas d'isoérythrolyse néonatale féline chez deux chatons British Shortair de 24 heures de vie. Ce sujet reste assez peu connu des étudiants alors même que sa maîtrise peut avoir un très fort impact sur la prévention de la mortinatalité féline. En effet, l'isoérythrolyse néonatale a l'avantage de pouvoir être évitée de manière certaine grâce à quelques mesures de précaution. En conséquence, ce thème s'est imposé comme primordial à la formation des jeunes vétérinaires.

Ensuite, le deuxième cas clinique aborde la prise en charge d'un chaton européen orphelin de 15 jours en état de sepsis et vise à inculquer les premiers bons réflexes à l'étudiant. En effet, il a été choisi d'aborder la septicémie néonatale car c'est à cette présentation clinique que l'on est le plus souvent confrontés en clientèle féline.

Ces deux situations fictives mais réalistes permettent de se pencher sur le diagnostic différentiel classique du syndrome de dépérissement du nouveau-né félin, à savoir : infections bactériennes, infections virales, parasitoses, isoérythrolyse néonatale, anomalies congénitales, causes traumatiques et accidentelles.

Les scénarios ont été élaborés pour aborder une diversité de sujets importants et couvrir un large éventail de connaissances de base permettant la bonne prise en charge du chaton nouveau-né. Ainsi, l'étudiant est amené à s'interroger sur des sujets comme l'importance de l'environnement du nouveau-né, les relations mère-portée, le nursing du chaton orphelin, la technique de biberonnage ou encore l'examen post-mortem. C'est pourquoi il a été décidé de ne créer que deux cas cliniques interactifs, suffisants pour revoir les notions principales que nous souhaitons aborder dans le cadre de cette thèse.

B. Construction d'un parcours interactif avec une logique de progression

Avant la création virtuelle du support sur Genially et pour une plus grande clarté du fil conducteur de la consultation de chaque cas clinique, le script des scénarios a été entièrement rédigé.

La structure des cas cliniques a été pensée pour retracer le suivi réel d'une consultation vétérinaire, en passant par toutes les étapes essentielles dans le bon ordre : commémoratifs de l'animal, motif de consultation, anamnèse détaillée, examen clinique, hypothèses diagnostiques, examens complémentaires, différentes options thérapeutiques et même examen post-mortem pour le cas clinique n°2.

À chacune de ces étapes, une ou plusieurs questions ont été ajoutées pour inviter l'étudiant à auto-évaluer ses connaissances en néonatalogie féline. Des feedbacks immédiats après les réponses aux questions, des clarifications sur le raisonnement clinique à tenir ainsi que des rappels de cours ont été ajoutés régulièrement pour rendre l'exercice encore plus formateur. De nombreux éléments interactifs et des mises en forme variables ont été utilisés afin que l'expérience soit dynamique et la moins monotone possible. Les objectifs de ces supports pédagogiques interactifs sont que l'exercice soit agréable à réaliser et que l'étudiant

reste captivé tout au long du cas clinique pour en retirer un maximum de connaissances bénéfiques au long terme.

C. Présentation des cas cliniques et objectifs d'apprentissage

Les deux cas cliniques présentés dans cette thèse sont en grande partie axés sur la mortalité néonatale féline avec la motivation d'inculquer à l'étudiant plusieurs notions importantes de prévention. Pour chaque scénario, des objectifs d'apprentissage ont été déterminés afin que l'exercice soit le plus profitable possible à l'étudiant. Afin de pouvoir intégrer un maximum de notions et de cocher toutes les cases des objectifs d'apprentissage, ces cas cliniques ont été imaginés à partir de la recherche bibliographique des parties I et II, et ne sont en aucun cas inspirés de patients réels.

1. Cas clinique n°1 : Michka et ses chatons, isoérythrolyse néonatale féline

Le premier cas concerne les risques associés à l'accouplement « à l'aveugle » de chats sans connaître la possibilité d'isoérythrolyse néonatale et ses conséquences fatales sur les chatons. Pour illustrer ce cas clinique, voici quelques captures d'écran du support sur Genially (figures 40 à 44).

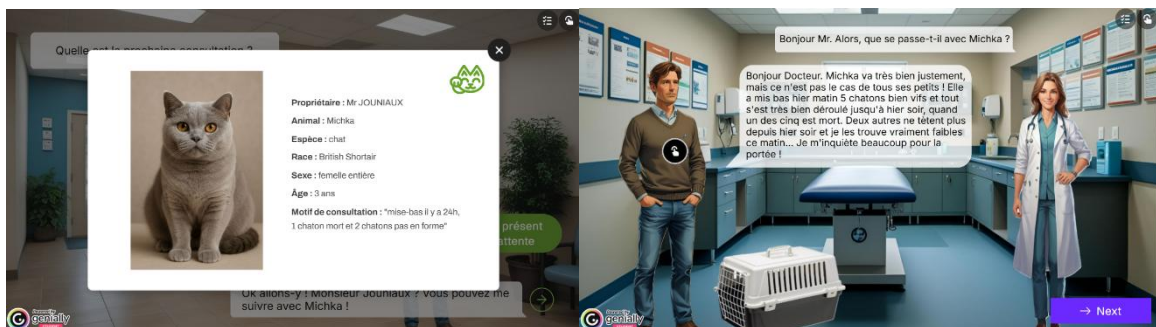


Figure 41: Présentation du cas clinique n°1.

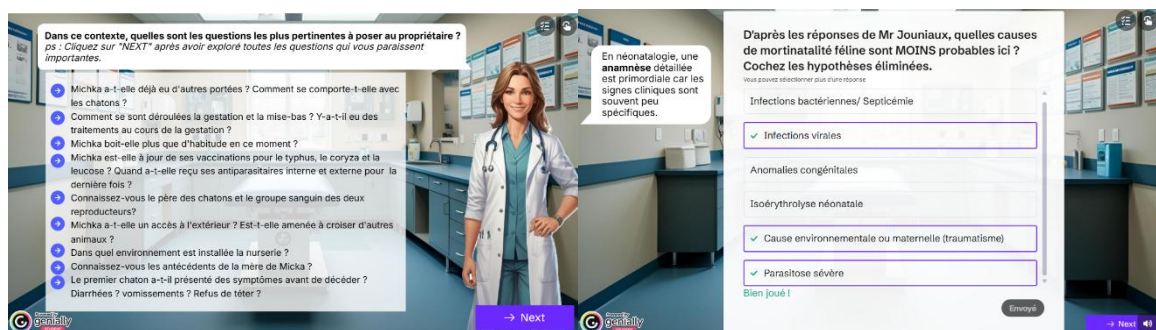


Figure 40: Anamnèse et hypothèses diagnostiques du cas clinique n°1.

L'étudiant doit décider quelles sont les questions nécessaires pour étoffer rapidement l'anamnèse et doit orienter ses hypothèses diagnostiques en fonction.

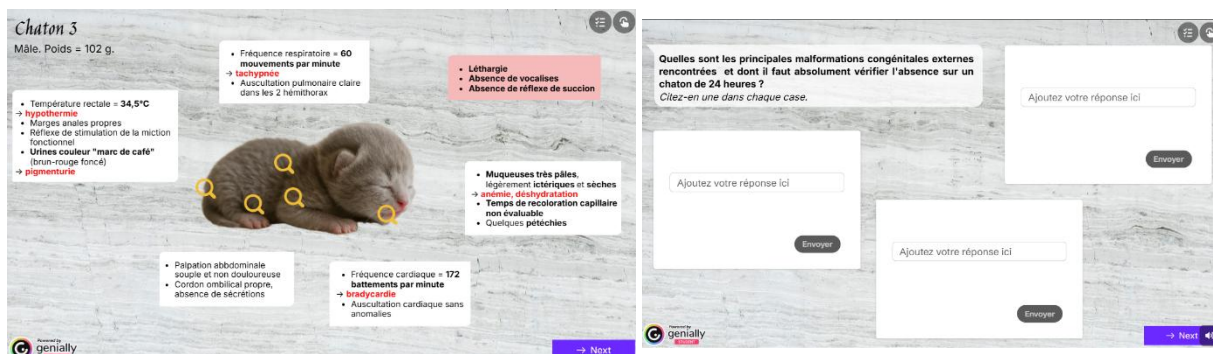


Figure 42: Examen clinique des nouveau-nés du cas clinique n°1.

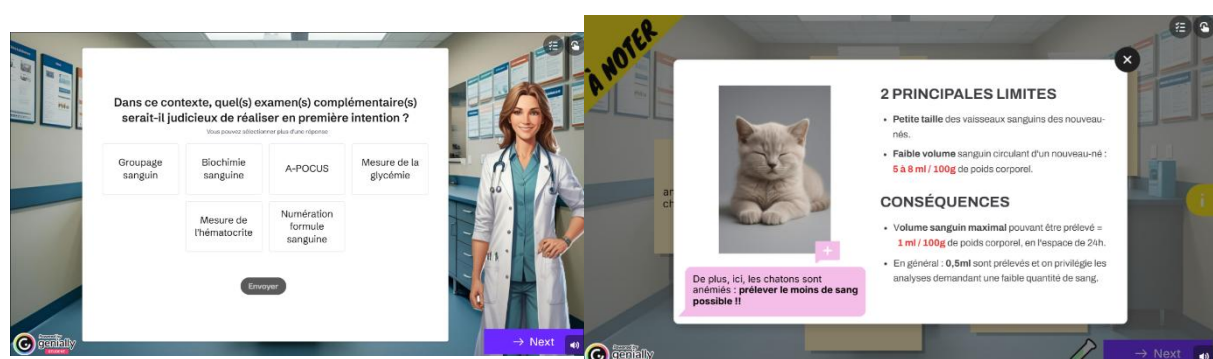


Figure 42: Choix des examens complémentaires et feedback du cas clinique n°1.



Figure 44: Choix du traitement et conseils à apporter au propriétaire du cas clinique n°1.

Tableau 7: Objectifs d'apprentissage du cas clinique n°1 sur l'isoérythrolyse néonatale.

Morbidité et mortalité néonatale féline	➡ Connaître les principales causes de mortinatalité féline et savoir identifier quelle est la plus fréquente. ➡ Connaître les 3 principales malformations congénitales externes qui peuvent être présentes sur un nouveau-né de 24 heures.
--	---

Raisonnement et compétences cliniques	☞ Savoir reconnaître quelles questions sont pertinentes à poser au propriétaire pour étoffer l'anamnèse dans un contexte donné. ☞ Savoir qu'examiner un nouveau-né malade se fait conjointement à l'examen clinique de la mère et du reste de la portée. ☞ Savoir hiérarchiser des hypothèses diagnostiques selon un contexte donné. ☞ Savoir reconnaître le contexte et les symptômes de l'isoérythrolyse néonatale. ☞ Proposer des examens complémentaires pour confirmer une suspicion d'isoérythrolyse néonatale. ☞ Savoir suspecter une hypoglycémie. ☞ Savoir lire le résultat d'un groupage sanguin de chat. ☞ Savoir interpréter les résultats d'un groupage sanguin dans un contexte de suspicion d'isoérythrolyse néonatale. ☞ Savoir lire le résultat d'un microhématocrite.
Prise en charge thérapeutique	☞ Connaître le pronostic de l'isoérythrolyse néonatale. ☞ Proposer une prise en charge thérapeutique. ☞ Savoir quel sang transfuser dans un contexte d'isoérythrolyse néonatale. ☞ Savoir comment gérer les contacts entre la mère et les petits en cas d'isoérythrolyse néonatale.

2. Cas clinique n°2 : Titou, syndrome de dépérissement du nouveau-né et septicémie à la suite d'une bronchopneumonie par fausse déglutition

Le deuxième cas concerne la septicémie néonatale féline et les risques souvent insoupçonnés associés au biberonnage d'un chaton. Voici quelques captures d'écran pour illustrer ce cas clinique : figures 45- 46.

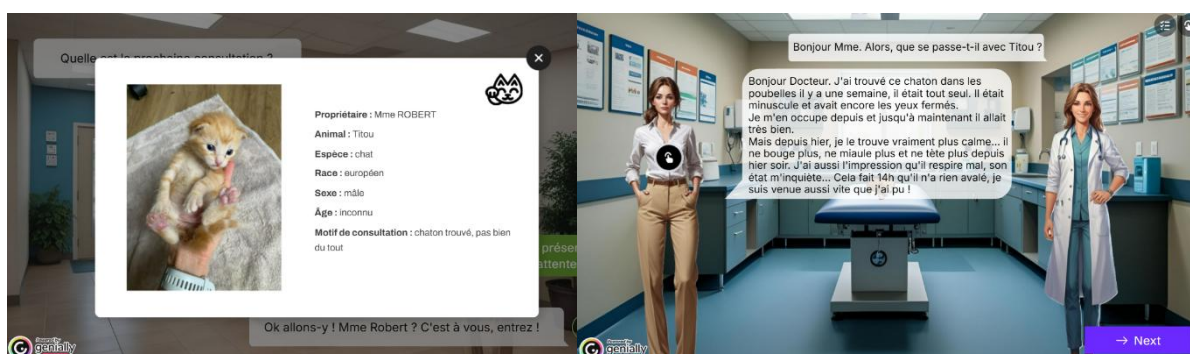


Figure 44: Présentation du cas clinique n°2.



Figure 43: Prise en charge et conseils à apporter au propriétaire du cas clinique n°2.

Tableau 8: Objectifs d'apprentissage du cas clinique n°2 sur la bronchopneumonie par fausse déglutition et la septicémie.

Physiologie du chaton nouveau-né	☞ Connaître le délai d'ouverture des yeux d'un chaton nouveau-né. ☞ Savoir approximer l'âge d'un chaton nouveau-né. ☞ Connaître la position adéquate d'un chaton pour le biberonnage. ☞ Connaître le seuil de température sous lequel il ne faut pas nourrir un chaton. ☞ Connaître les conséquences d'une hypothermie sur le chaton nouveau-né.
----------------------------------	---

Raisonnement clinique	☞ Savoir reconnaître quelles questions sont pertinentes à poser au propriétaire pour étoffer l'anamnèse dans un contexte donné. ☞ Savoir reconnaître et nommer le syndrome de dépérissement du nouveau-né. ☞ Savoir hiérarchiser des hypothèses diagnostiques selon un contexte donné. ☞ Savoir suspecter une septicémie. ☞ Proposer des examens complémentaires utiles pour mettre en évidence une bronchopneumonie.
Prise en charge thérapeutique	☞ Savoir hiérarchiser l'ordre des étapes d'une prise en charge d'urgence chez le chaton ☞ Connaître les antibiotiques de choix chez le chaton.
Examen post-mortem	☞ Connaître les conditions de conservation d'un cadavre en vue d'une autopsie. ☞ Savoir interpréter un test de flottaison. ☞ Aux vues des lésions macroscopiques observées, confirmer une hypothèse diagnostique.

D. Limites et perspectives d'évolution des cas cliniques interactifs

Les deux cas cliniques créés sont voués à être utilisés par les étudiants vétérinaires de VetAgro Sup, notamment aux cours des modules théoriques de reproduction ou lors des rotations « reproduction des petits animaux ». Pour permettre une meilleure utilisation et pouvoir en retirer un maximum de bénéfices, ces cas cliniques sont plutôt à visée des promotions vétérinaires en A5 et A6, qui ont un sens clinique un peu plus développé.

Pour ajouter un élément de compétitivité, les questions des cas cliniques pourraient être agrémentées d'un chronomètre ou d'un compte-à-rebours pour ne

laisser qu'un temps limité à l'étudiant pour répondre. Ici, les cas ont été volontairement conçus pour permettre aux apprenants d'aller à leur rythme et de réfléchir le temps qui leur est nécessaire. En effet, l'objectif de cette thèse n'est pas d'évaluer les étudiants mais qu'ils puissent comprendre et retenir un maximum d'informations sur la néonatalogie féline.

Il faut également reconnaître quelques limites à cette forme d'apprentissage. Bien que dynamique et ludique, l'utilisation de ce type de support nécessite une volonté de la part des étudiants à s'entraîner en dehors des horaires de formation, en prenant sur leur temps personnel. En effet, le programme à enseigner en école vétérinaire est très dense et ne laisse pas beaucoup de place à l'ajout d'heures supplémentaires obligatoires.

Pour répondre à cette problématique, des cas cliniques sous forme de jeux interactifs pourraient être prévus pour être de plus courte durée, environ cinq minutes par exemple. Ainsi, ce format pourrait plus facilement être intégré au sein de travaux dirigés pour dynamiser les échanges et motiver les étudiants à écouter et à participer. Pour preuve, une étude a mis en évidence qu'intégrer des éléments de e-learning en début de cours magistral permettait aux étudiants d'être mieux préparés au cours, d'être plus actifs en classe et de mieux retenir les informations partagées (Lochner et al., 2016).

De plus, la réalisation de cas cliniques plus courts serait moins chronophage à entreprendre pour les enseignants désireux de tester la méthode.

CONCLUSION

Le travail bibliographique de cette thèse s'attache à retranscrire un état des lieux **concis**, toutefois **non exhaustif** des connaissances actuelles sur la période néonatale des chatons. Mieux reconnaître les symptômes et les risques de mortalité chez le nouveau-né permettrait une **meilleure prise en charge** et surtout une **meilleure prévention** auprès des propriétaires. Pour augmenter les chances de survie des nouveau-nés, la recherche scientifique et la formation des vétérinaires concernant cette tranche d'âge se doit alors d'évoluer au même rythme que les attentes des propriétaires.

Dans ce contexte, les cas cliniques créés à l'aide de Genially au cours de la rédaction de cette thèse sont destinés à l'entraînement des étudiants vétérinaires. Ils permettent une **transition** entre la théorie et la pratique, avec pour objectif d'**améliorer** leurs **connaissances** et **prises de décisions cliniques** lors des consultations de néonatalogie féline auxquelles ils seront confrontés en tant de vétérinaire.

Le côté **interactif** et **innovant** de ce type de support s'inscrit parfaitement dans le cadre d'apprentissage attendu des étudiants d'aujourd'hui. Baignés dans la technologie et les écrans depuis le début de leurs parcours éducatif, ils sont à la recherche de **flexibilité** et d'**autonomie** pour un **apprentissage personnalisé et captivant**.

Après évaluation de leur efficacité dans la formation sur la période néonatale des chats par les étudiants, professeurs et praticiens, les scénarios des cas cliniques pourront être modifiés et complétés pour mieux répondre aux **objectifs d'apprentissage** de chacun. Différents niveaux de difficultés pourraient être définis pour être proposés à diverses promotions. De même, si leur utilisation se révèle effectivement profitable, cette forme d'apprentissage pourrait être **étendue à d'autres espèces** ou même à **d'autres disciplines**, sous forme collaborative ou autonome.

BIBLIOGRAPHIE

- Aarnes, T. K., & Muir, W. W. (2011). Chapter 26—Pain Assessment and Management. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics : The First 12 Months of Life* (p. 220-232). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00026-7>
- Alex, G., Tănase, T., & Nicoleta, G. (2024). Student's evaluation of the use of E-learning platform in the Faculty of Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Strengths and weaknesses revealed by an online survey in 2022-2023. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 81, 23-32. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:2024.0004>
- Anne-Claire Gagnon, Jean-François Larue, & Jean-Paul Chaurand. (1998). *Comportement du chat et ses troubles Tome 0000* (Editions du Point Vétérinaire). <https://www.fnac.com/a166413/Anne-Claire-Gagnon-Comportement-du-chat-et-ses-troubles>
- Aryee, G. F. B., Amoadu, M., Obeng, P., Sarkwah, H. N., Malcalm, E., Abraham, S. A., Baah, J. A., Agyare, D. F., Banafo, N. E., & Ogaji, D. (2024). Effectiveness of eLearning programme for capacity building of healthcare professionals : A systematic review. *Human Resources for Health*, 22(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s12960-024-00924-x>
- Axelsson, R. (2019). *APGAR score as a method for prediction of survival prognosis in newborn puppies and kittens*. https://stud.epsilon.slu.se/14800/7/axelsson_r_190306.pdf

- Bailin, H. G., Thomas, L., & Levy, N. A. (2022). Retrospective evaluation of feline dystocia : Clinicopathologic findings and neonatal outcomes in 35 cases (2009-2020). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(4), 344-350.
<https://doi.org/10.1177/1098612X211024154>
- Banchi, P., Rota, A., Bertero, A., Domain, G., Ali Hassan, H., Lannoo, J., & Van Soom, A. (2022). Trends in Small Animal Reproduction : A Bibliometric Analysis of the Literature. *Animals*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/ani12030336>
- Bastos, B. F., Almeida, F. M. de, & Brener, B. (2019). What is known about *Tritrichomonas foetus* infection in cats? *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 28, 1-11.
<https://doi.org/10.1590/S1984-29612019005>
- Bennett, N. R. (1999). Paediatric intensive care. *British Journal of Anaesthesia*, 83(1), 139-156. <https://doi.org/10.1093/bja/83.1.139>
- Bird, K. E. (2011). Chapter 33—The Hematologic and Lymphoid Systems. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 305-327). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00033-4>
- Brian A DiGangi et al. (2019). *Assessment of body weight for age determination in kittens*. <https://journals-sagepub-com.ezproxy.vetagro-sup.fr/doi/full/10.1177/1098612X19844846>
- Brough, A. R., Llewellyn, R.-K., Nakahara, N., & Thomas, P. G. A. (2016). *Fetal anasarca in an Abyssinian kitten | Clinical Theriogenology*.
<https://clinicaltheriogenology.net/index.php/CT/article/view/10192>
- Byron, J. K., Johnson, S. E., Allen, L. C. V., Brilmyer, C., & Griffiths, R. P. (2014). Development and pilot of Case Manager : A virtual-patient experience for

- veterinary students. *Journal of Veterinary Medical Education*, 41(3), 225-232.
<https://doi.org/10.3138/jvme.1113-151R1>
- Casal, M. (2010a). Clinical approach to neonatal conditions. In *BSAVA Manual of Canine and Feline Reproduction and Neonatology* (p. 147-154). BSAVA Library.
<https://doi.org/10.22233/9781905319541.16>
- Casal, M. (2010b). *Management and critical care of the neonate* | BSAVA Library.
https://www.bsavalibrary.com/content/chapter/10.22233/9781905319541.chapter15#html_fulltext
- Caswell, J. L., & Williams, K. J. (2016). Chapter 5—Respiratory System. In M. G. Maxie (Éd.), *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals : Volume 2 (Sixth Edition)* (p. 465-591.e4). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5318-4.00011-5>
- Cave, T. A., Thompson, H., Reid, S. W. J., Hodgson, D. R., & Addie, D. D. (2002). Kitten mortality in the United Kingdom : A retrospective analysis of 274 histopathological examinations (1986 to 2000). *The Veterinary Record*, 151(17), 497-501. <https://doi.org/10.1136/vr.151.17.497>
- Černá, P., Pugalendhi, S. J., Shaw, D. J., & Gunn-Moore, D. A. (2024). Feline dystocia and kitten mortality up to 12 weeks in pedigree cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 26(12), 1-10. <https://doi.org/10.1177/1098612X241284766>
- Chastant, S. (2019). *Dam management to limit neonatal mortality (and reproduction optimisation)*.
- Chastant, S. (2020, juillet). *Le défaut de production de lait chez la chienne ou la chatte—Le Point Vétérinaire n° 407 du 01/07/2020*. Le Point Vétérinaire.fr.

- <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article-rural/n-407/le-defaut-de-production-de-lait-chez-la-chienne-ou-la-chatte.html>
- Chastant, S. (2023). Gestion de la mère et des nouveau-nés en période post-partum. *Le Point vétérinaire*, 439, 12-15.
- Chastant, S., & Mila, H. (2018). *Poser une sonde oro-gastrique chez un très jeune animal*.
- Chastant, S., Mila, H., & Grellet, A. (2020). *Les solutions alternatives au colostrum canin ou félin*. 407-408, 30-33.
- Chastant, S., Mila, H., & Mugnier, A. (2019). *Diagnostics and therapy for the sick neonate*.
- Chastant-Maillard, S., Aggouni, C., Albaret, A., Fournier, A., & Mila, H. (2017). Canine and feline colostrum. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(S2), 148-152.
<https://doi.org/10.1111/rda.12830>
- Chastant-Maillard, S., Mila, H., Mugnier, A., Guiraud, F., & Grellet, A. (2019). NEONATAL MORTALITY: CAUSES AND DIAGNOSIS. *40th Hungarian Small Animal Veterinary Association - European Federation of Companion Animal Veterinary Associations (HSAVA-FECAVA) Congress*.
- Chastant-Maillard, S., Mila, H., & Reynaud, K. (2020). *La pose d'une sonde orogastrique chez un très jeune animal*.
- Cisek, C. (2021). *Croissance néonatale et pédiatrique du chaton : Description par race et facteurs de variation*. 99.
- Cohn, L. A., Kaplan-Zattler, A. J., & Lee, J. A. (2022, mai). *Fluid Therapy for Pediatric Patients—ScienceDirect*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195561622000079?via%3Dihub>

Conseil Scientifique du LOOF. (2018). Consulté 25 juillet 2025, à l'adresse

<https://loof.asso.fr/sites/default/download/fiche-cs-PIF-coronavirus-201812.pdf>

Contreras, G., Viegas, C., Gama, A., Silva, F., & Pires, I. (2024). Mortality in Stray Kittens under Eight Weeks Old : Focusing on Congenital Malformations. *Veterinary Sciences*, 11(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/vetsci11100461>

Crawford, P. C., Hanel, R. M., & Levy, J. K. (2003). Evaluation of treatment of colostrum-deprived kittens with equine IgG. *American Journal of Veterinary Research*, 64(8), 969-975. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2003.64.969>

Crawford, P.-C., Levy, & Werner. (2006). *Evaluation of surrogate markers for passive transfer of immunity in kittens.*

https://www.bing.com/search?pglt=297&q=Evaluation+of+surrogate+markers+for+passive+transfer+of+immunity+in+kittens&cvid=8398a16be4ad4cfea377a1f5aa54e921&gs_lcrp=EgRlZGdlKgYIABBFGDkyBggAEEUYOdIBBzQ3OWowajGoAgCwAgA&FORM=ANNTA1&adppc=EDGEESS&PC=EDGEESS

Creevy, K. E., Cornell, K. K., Schmiedt, C. W., Park, H., Rong, H., Radlinsky, M., & Choi, I. (2018). Impact of Expert Commentary and Student Reflection on Veterinary Clinical Decision-Making Skills in an Innovative Electronic-Learning Case-Based Platform. *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(3), 307-319. <https://doi.org/10.3138/jvme.0616-111r1>

Daniels, J., & Spencer, E. (2011). Chapter 15—Bacterial Infections. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 113-118). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00015-2>

- Datz, C. (2011). Chapter 19—Parasitic and Protozoal Diseases. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 154-160). W.B. Saunders.
<https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00019-X>
- Davidson, A. P. (2014). Neonatal Resuscitation : Improving the Outcome. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 44(2), 191-204.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.11.005>
- Demiray, A., & Açıl, A. (2024). Using a Board Game to Learn a Physical Assessment Course in Nursing Education : A Randomized Controlled Study. *Journal of Nursology*, 27, 259-267. <https://doi.org/10.17049/jnursology.1428436>
- Denenberg, S. (2021). *Small animal veterinary psychiatry*.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781786394552.0000>
- Doebeli, A., Michel, E., Bettschart, R., Hartnack, S., & Reichler, I. M. (2013). Apgar score after induction of anesthesia for canine cesarean section with alfaxalone versus propofol. *Theriogenology*, 80(8), 850-854.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.07.006>
- Dolan, E. D., Doyle, E., Tran, H. R., & Slater, M. R. (2021). Pre-mortem risk factors for mortality in kittens less than 8 weeks old at a dedicated kitten nursery. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 23(8), 730-737.
<https://doi.org/10.1177/1098612X20974960>
- Driot, C., & Mila, H. (2023). La visite sanitaire en élevage canin, une opportunité pour les éleveurs. *La Semaine vétérinaire*, 1983, 16-17.
- Eckleberry-Hunt, J., Lick, D., & Hunt, R. (2018). Is Medical Education Ready for Generation Z? *Journal of Graduate Medical Education*, 10(4), 378-381.
<https://doi.org/10.4300/JGME-D-18-00466.1>

EU Platform on Animal Welfare. (2020, novembre). *Responsible Cat Breeding Guidelines*
| PDF | Animal Welfare | Cats. Scribd.

<https://www.scribd.com/document/695620602/RESPONSIBLE-CAT-BREEDING-GUIDELINES>

Evermann, J. F., & Kennedy, M. A. (2011). Chapter 16—Viral Infections. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 119-129). W.B. Saunders.

<https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00016-4>

Evermann, J. F., & Wills, T. B. (2011). Chapter 14—Immunologic Development and Immunization. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 104-112). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00014-0>

Fitzgerald, K. T., & Newquist, K. L. (2011). Chapter 6—Husbandry of the Neonate. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 44-52). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00006-1>

Fournier, A., & Chastant-Maillard, S. (2017a). Focus on neonatal isoerythrolysis. *Point Veterinaire*, 48, 37-39.

Fournier, A., & Chastant-Maillard, S. (2017b, décembre). *Feline colostrum : From production to feeding*.
https://www.researchgate.net/publication/322400485_Feline_colostrum_from_production_to_feeding?enrichId=rgreq-9825aff44858cdbfe05a4297b45eacb-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMyMjQwMDQ4NTtBUzo4Mjg1NDY0MjM0NTU3NDVAMTU3NDU1MjI2OTU3OA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf

Fournier, A., Masson, M., Corbière, F., Mila, H., Mariani, C., Grellet, A., & Chastant-Maillard, S. (2017). Epidemiological analysis of reproductive performances and

- kitten mortality rates in 5,303 purebred queens of 45 different breeds and 28,065 kittens in France. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(S2), 153-157.
- <https://doi.org/10.1111/rda.12844>
- Fournier, A., Mila, H., & Chastant, S. (2017a). Alternatives to maternal colostrum. *Point Veterinaire*, 48, 40-41.
- Fournier, A., Mila, H., & Chastant, S. (2017b). Rôle du colostrum félin. *Point Veterinaire*, 381, 34-36.
- Fournier, A., Mila, H., Grellet, A., & Chastant, S. (2017). *Un chaton sur 6 n'atteint pas l'âge de deux mois en France aujourd'hui*.
- Fournier, A., Oger, J., & Chastant-Maillard, S. (2017). *La morbidité néonatale et pédiatrique du chaton : Étude rétrospective sur 116 cas*.
- Fournier, A., Oger, J., Mariani, C., & Chastant, S. (2017). *Neonatal and pediatric kitten mortality : A retrospective study of 79 histological examinations post mortem following a natural death*.
- Furthner, E., Kowalewski, M. P., Torgerson, P., & Reichler, I. M. (2021). Verifying the placement and length of feeding tubes in canine and feline neonates. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 208. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02909-7>
- Giger, U. (1997). Feline colostrum--friend or foe : Maternal antibodies in queens and kittens. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 51, 313-316.
- Godager, L., Abrahamsen, I., Liland, M., Torgersen, A., & Rørtveit, R. (2024). Case-Based E-Learning Tool Affects Self-Confidence in Clinical Reasoning Skills among Veterinary Students—A Survey at the Norwegian University of Life Sciences. *Journal of Veterinary Medical Education*. <https://doi.org/10.3138/jvme-2023-0147>

- Goericke-Pesch, S., & Packeiser, E.-M. (2022). Reproductive Management in Catteries : Optimising health and wellbeing through veterinarian-breeder collaboration. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(9), 881-904.
<https://doi.org/10.1177/1098612X221118760>
- Gorman, M. E. (2011). Chapter 30—Clinical Chemistry of the Puppy and Kitten. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 259-275). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00030-9>
- Gough, A., & Thomas, A. (2004). Basic Genetics. In *Breed Predispositions to Disease in Dogs and Cats* (p. 3-8). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9780470690802.ch2>
- Grundy, S. A. (2006). Clinically Relevant Physiology of the Neonate. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(3), 443-459.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.12.002>
- Guidelines | ESCCAP. (2021). <https://www.esccap.org/guidelines/>
- Gunn-Moore, D. (2006a). Small Animal Neonatology : They Look Normal When They Are Born and Then They Die. *VIN.com*. <https://www.vin.com/doc/?id=6695348>
- Gunn-Moore, D. (2006b). Techniques for Neonatal Resuscitation and Critical Care. *VIN.com*. <https://www.vin.com/doc/?id=6695348>
- Habran, T. (2002). *Les troubles de l'homéostasie sensorielle chez le chaton—Le Point Vétérinaire n° 230 du 01/11/2002*. Le Point Vétérinaire.fr.
<https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article/n-230/les-troubles-de-l-homeostasie-sensorielle-chez-le-chaton.html>
- Hibar, V. Y., Pereira, K. H. N. P., Fuchs, K. da M., Lopes, M. D., Alfonso, A., de Souza, F. F., Chiacchio, S. B., Tsunemi, M. H., Machado, L. H. de A., & Lourenço, M. L. G.

- (2022). Topics in the routine assessment of newborn kitten vitality : Apgar score, reflexes and complementary assessments. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(6), e34-e42. <https://doi.org/10.1177/1098612X221081404>
- Holst, B. S., Axné, E., Öhlund, M., Möller, L., & Egenvall, A. (2017). Dystocia in the cat evaluated using an insurance database. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 19(1), 42-47. <https://doi.org/10.1177/1098612X15600482>
- Johnson, A. (2022). *Neonatal Diseases* (p. 109-116). <https://doi.org/10.1079/9781789247107.0011>
- Johnson, A., & Johnson, J. (2022). *Neonatal Resuscitation and Care* (p. 98-108). <https://doi.org/10.1079/9781789247107.0010>
- Johnson, A. K., & Johnson, J. A. (2022). Neonatal Resuscitation and Care. In *Feline Reproduction* (p. 98-108). <https://doi.org/10.1079/9781789247107.0010>
- Kim, K.-J., & Kim, K.-J. (2024). Medical student needs for e-learning : Perspectives of the generation Z. *Korean Journal of Medical Education*, 36(4), 389-399. <https://doi.org/10.3946/kjme.2024.312>
- Kirk, C. A. (2001). New Concepts in Pediatric Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 31(2), 369-392. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(01\)50210-7](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(01)50210-7)
- Lamm, C. G., & Njaa, B. L. (2012). Clinical Approach to Abortion, Stillbirth, and Neonatal Death in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 42(3), 501-513. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.01.015>
- Levy, J. (2006). The fading kitten. In *Problem-Based Feline Medicine* (p. 1126-1144). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2488-7.50059-4>

- Levy, J. K., Crawford, P. C., Collante, W. R., & Papich, M. G. (2001). *Use of adult cat serum to correct failure of passive transfer in kittens*.
<https://doi.org/10.2460/javma.2001.219.1401>
- Ley, J. M. (2016). Normal Social Behavior. In I. Rodan & S. Heath (Éds.), *Feline Behavioral Health and Welfare* (p. 34-40). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7401-2.00004-0>
- Little, S. (2011). Feline pediatrics : How to treat the small and the sick. *Compendium (Yardley, PA)*, 33, E1-6.
- Little, S. (2013). Playing Mum : Successful management of orphaned kittens. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 15(3), 201-210.
<https://doi.org/10.1177/1098612X13477542>
- Livre Officiel des origines félines (LOOF)*. (2022). Statistiques LOOF détaillées race par race. Consulté le 6 août 2025, à l'adresse
https://bis.loof.asso.fr/stats/intro_stats.php#eleveurs
- Lochner, L., Wieser, H., Waldboth, S., & Mischo-Kelling, M. (2016). Combining traditional anatomy lectures with e-learning activities : How do students perceive their learning experience? *International Journal of Medical Education*, 7, 69-74.
<https://doi.org/10.5116/ijme.56b5.0369>
- Löhr, C. V. (2011). Postmortem Examination of the Puppy and Kitten. *Small Animal Pediatrics*, 276-287. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00031-0>
- M. Reichler, I. (2010). Congenital Abnormalities. *VIN.com*.
<https://www.vin.com/doc/?id=6697938>

- Mata, J., & Papich, M. G. (2011). Chapter 27—Pharmacologic Considerations in the Young Patient. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 233-243). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00027-9>
- Mathews, K. A. (2008). Pain Management for the Pregnant, Lactating, and Neonatal to Pediatric Cat and Dog. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 38(6), 1291-1308. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.07.001>
- Maticka, N. S. (2022). Management of Parturition. In *Feline Reproduction* (p. 91-97). <https://doi.org/10.1079/9781789247107.0009>
- McMichael, M. A. (2011). Chapter 10—Emergency and Critical Care Issues. In M. E. Peterson & M. A. Kutzler (Éds.), *Small Animal Pediatrics* (p. 73-81). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4889-3.00010-3>
- Mila, H., Beltra, E., Piel, M., Pouille-Vidal, M., & Grellet, A. (2021). Biosécurité en élevage canin et félin Le maillon faible à améliorer ? *Le Nouveau Praticien Vétérinaire. Canine-Féline*, 45-50.
- Mila, H., Chastant, S., Boucher, C., Bergamo, P., & Grellet, A. (2014). *The dog and cat breeding establishment health visit*. 45, 20-23.
- Mila, H., Grellet, A., & Chastant, S. (2017). *Réanimation néonatale*.
- Moon, P. F., Massat, B. J., & Pascoe, P. J. (2001). Neonatal Critical Care. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 31(2), 343-367. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(01\)50209-0](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(01)50209-0)
- Mugnier, A., Cane, T., Gaillard, V., Grellet, A., & Chastant, S. (2022). Birth weight in the feline species : Description and factors of variation in a large population of purebred kittens. *Theriogenology*, 190, 32-37. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.07.008>

- Mugnier, A., Chastant, S., Lyazrhi, F., Saegerman, C., & Grellet, A. (2022). Definition of low birth weight in domestic mammals : A scoping review. *Animal Health Research Reviews*, 23(2), 157-164. <https://doi.org/10.1017/S146625232200007X>
- Mugnier, A., Chastant, S., Saegerman, C., Gaillard, V., Grellet, A., & Mila, H. (2021). Management of Low Birth Weight in Canine and Feline Species : Breeder Profiling. *Animals*, 11(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ani11102953>
- Mugnier, A., Gaillard, V., & Chastant, S. (2023). Association between Birth Weight and Mortality over the Two First Months after Birth in Feline Species : Definition of Breed-Specific Thresholds. *Animals*, 13(1822), Article 11. <https://doi.org/10.3390/ani13111822>
- Münnich, A. (2008). The pathological newborn in small animals : The neonate is not a small adult. *Veterinary Research Communications*, 32(1), 81-85. <https://doi.org/10.1007/s11259-008-9096-0>
- Münnich, A. (2022). Fading kitten syndrome : Factors predisposing to « faders » and treatment options. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(3), 243-256. <https://doi.org/10.1177/1098612X221079710>
- Outters-Boillin, G., & Thébault, A. (2023). *Guide pratique des élevages canin et félin. 2ème édition* [Ouvrage]. Editions du Point Vétérinaire. <https://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=6&record=19591199124913193719>
- Pereira, K. H. N. P., Fuchs, K. da M., Corrêa, J. V., Chiacchio, S. B., & Lourenço, M. L. G. (2022). Neonatology : Topics on Puppies and Kittens Neonatal Management to Improve Neonatal Outcome. *Animals*, 12(3426), Article 23. <https://doi.org/10.3390/ani12233426>

- Pereira, K. H. N. P., Fuchs, K. da M., Mendonça, J. C., Xavier, G. M., Câmara, D. R., Cruz, R. K. S., & Lourenço, M. L. G. (2024). Neonatal Clinical Assessment of the Puppy and Kitten : How to Identify Newborns at Risk? *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 14(3417), 1-41. <https://doi.org/10.3390/ani14233417>
- Pereira, K. H. N. P., Fuchs, K. da M., Mendonça, J. C., Xavier, G. M., Knupp, F. C., & Lourenço, M. L. G. (2023). Topics on maternal, fetal and neonatal immunology of dogs and cats. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 266, 110678. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2023.110678>
- Peterson, M. E., & Kutzler, M. (2010). *Small Animal Pediatrics : The First 12 Months of Life*. Elsevier Health Sciences.
- Remillard, R. L., Pickett, J. P., Thatcher, C. D., & Davenport, D. J. (1993). Comparison of kittens fed queen's milk with those fed milk replacers. *American Journal of Veterinary Research*, 54(6), 901-907. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1993.54.06.901>
- Romagnoli, S., Bensaia, C., & Stelletta, C. (2019). *Fertility parameters and reproductive management of Norwegian Forest Cats, Maine Coon, Persian and Bengal cats raised in Italy : A questionnaire-based study—Stefano Romagnoli, Chiara Bensaia, Lluís Ferré-Dolcet, Hasan Besim Sontas, Calogero Stelletta, 2019*. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X18824181>
- Root Kustritz, M. V. (2003). Neonatology. *Small Animal Theriogenology*, 283-329. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7408-9.50016-5>
- Rossi, L., Vagni, S., & Elena Valdez Lumbreras, A. (2021). *Nutritional and Functional Properties of Colostrum in Puppies and Kittens*. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/11/3260>

- Royal canin (Éd.). (2024). *Feline and canine neonatal and pediatric care : A practical guide for veterinarians*. Royal canin.
- Salt, C., German, A. J., Henzel, K. S., & Butterwick, R. F. (2022). Growth standard charts for monitoring bodyweight in intact domestic shorthair kittens from the USA. *PLOS ONE*, 17(11), e0277531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277531>
- Sawras, M., Khosa, D., Lissemore, K., Duffield, T., & Defarges, A. (2020). Case-Based e-Learning Experiences of Second-Year Veterinary Students in a Clinical Medicine Course at the Ontario Veterinary College. *Journal of Veterinary Medical Education*, 47(6), 678-694. <https://doi.org/10.3138/jvme.2018-0005>
- Sendag, S., Hardegen, D., Koca, D., & Wehrend, A. (2025). Investigation of maternal mortality and stillbirth in feline dystocia after emergency obstetric care interventions : A retrospective analysis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 27(2), 1098612X241297898. <https://doi.org/10.1177/1098612X241297898>
- Shorey, S., Chan, V., Rajendran, P., & Ang, E. (2021). Learning styles, preferences and needs of generation Z healthcare students : Scoping review. *Nurse Education in Practice*, 57, 103247. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2021.103247>
- Siak, M., & Burrows, M. (2013). Flea Control in Cats : New concepts and the current armoury. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 15(1), 31-40. <https://doi.org/10.1177/1098612X12470341>
- Silvestre-Ferreira, A. C., & Pastor, J. (2010). Feline Neonatal Isoerythrolysis and the Importance of Feline Blood Types. *Veterinary Medicine International*, 2010, 1-8. <https://doi.org/10.4061/2010/753726>
- Snoeck, F., Rijsselaere, T., & Soom, A. (2013). Neonatal isoerythrolysis in cats. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 82, 337-344.

- Sparkes, A. H., Rogers, K., Henley, W. E., Gunn-Moore, D. A., May, J. M., Gruffydd-Jones, T. J., & Bessant, C. (2006). A questionnaire-based study of gestation, parturition and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 8(3), 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.10.003>
- Squires, R. A., Crawford, C., Marcondes, M., & Whitley, N. (2024). 2024 guidelines for the vaccination of dogs and cats – compiled by the Vaccination Guidelines Group (VGG) of the World Small Animal Veterinary Association (WSAVA). *Journal of Small Animal Practice*, 65(5), 277-316. <https://doi.org/10.1111/jsap.13718>
- Ström Holst, B., & Frössling, J. (2009). The Swedish breeding cat : Population description, infectious diseases and reproductive performance evaluated by a questionnaire. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(10), 793-802. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.01.008>
- Sykes, J. E. (2014). Pediatric Feline Upper Respiratory Disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 44(2), 331-342. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2013.10.005>
- Tommaso, M. D., Miglio, A., Crisi, P. E., Boari, A., Rocconi, F., Antognoni, M. T., & Luciani, A. (2020). Frequency of Blood Types A, B and AB in a Population of Non-Pedigree Domestic Cats from Central Italy. *Animals*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ani10101937>
- Truyen, U., Addie, D., Belák, S., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Frymus, T., Gruffydd-Jones, T., Hartmann, K., Hosie, M. J., Lloret, A., Lutz, H., Marsilio, F., Pennisi, M. G., Radford, A. D., Thiry, E., & Horzinek, M. C. (2009). Feline Panleukopenia : ABCD Guidelines on Prevention and Management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(7), 538-546. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.05.002>

- Vandeweerd, J.-M. E. F., Davies, J. C., Pinchbeck, G. L., & Cotton, J. C. (2007). Teaching Veterinary Radiography by E-Learning versus Structured Tutorial : A Randomized, Single-Blinded Controlled Trial. *Journal of Veterinary Medical Education*, 34(2), 160-167. <https://doi.org/10.3138/jvme.34.2.160>
- Vassalo, F. G., Simões, C. R. B., Sudano, M. J., Prestes, N. C., Lopes, M. D., Chiacchio, S. B., & Lourenço, M. L. G. (2015). Topics in the Routine Assessment of Newborn Puppy Viability. *Topics in Companion Animal Medicine*, 30(1), 16-21. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2015.02.003>
- Veronesi, M. C., & Fusi, J. (2022). Feline neonatology : From birth to commencement of weaning - what to know for successful management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(3), 232-242. <https://doi.org/10.1177/1098612X221079709>
- Veronesi, M. C., Panzani, S., Faustini, M., & Rota, A. (2009). An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology*, 72(3), 401-407. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.010>
- Wilborn, R. R. (2018). Small Animal Neonatal Health. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 48(4), 683-699. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.02.011>

ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES SUR LA PERIODE NEONATALE DU CHATON : PHYSIOLOGIE, PRINCIPALES PATHOLOGIES ET ELABORATION DE CAS CLINIQUES INTERACTIFS

Auteur

BRACQ Marjorie

Résumé

La néonatalogie féline est un sujet encore aujourd'hui trop peu étudié, s'associant avec des taux de mortalité néonatale féline élevé au sein des élevages. Ce travail s'attache à rassembler les données les plus importantes pour la formation des jeunes vétérinaires à la prise en charge de cette catégorie d'âge chez le chat et à la gestion de l'élevage félin.

Les deux parties bibliographiques permettent une mise au point des connaissances sur la physiologie de base du nouveau-né félin, ses principales causes de morbidité et de mortalité, leur traitement et leur prévention.

Deux cas cliniques interactifs indépendants ont ensuite été créés à l'aide du logiciel Genially pour renforcer les connaissances théoriques des étudiants vétérinaires. Ce support pédagogique vise à améliorer la prise de décision clinique des étudiants à l'aide de simulations virtuelles de consultations réalistes de néonatalogie féline. Ainsi, ces cas cliniques permettent à l'étudiant de mieux appréhender l'isoérythrolyse néonatale féline, le syndrome de dépérissement et la septicémie du chaton nouveau-né, tout en permettant l'apprentissage de connaissances sur sa physiologie de base, au travers de scénarios cliniques immersifs.

Mots-clés

Chaton, Mortalité néonatale, Pédagogie, Cas clinique, Interactivité

Jury

Président du jury	:	Pr	PROUILLAC Caroline
Directrice de thèse	:	Dr	ROSSET Emilie
2ème assesseur	:	Pr	BUFF Samuel