

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2024 - Thèse n° 001

**MORTALITÉ NEONATALE CHEZ LE CHIOT : ÉTUDE
BIBLIOGRAPHIQUE ET ELABORATION DE CAS
CLINIQUES INTERACTIFS**

THESE

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

Et soutenue publiquement le 24 janvier 2024
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

LEPOULTIER Soline

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2024 - Thèse n° 001

**MORTALITÉ NEONATALE CHEZ LE CHIOT : ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE ET ELABORATION DE CAS
CLINIQUES INTERACTIFS**

THESE

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

Et soutenue publiquement le 24 janvier 2024
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

LEPOULTIER Soline

Liste des enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon

Pr	ABITBOL	Marie	Professeur
Dr	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Pr	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Dr	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Pr	BECKER	Claire	Professeur
Dr	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Dr	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
Pr	BENOIT	Etienne	Professeur
Pr	BERNY	Philippe	Professeur
Pr	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	Professeur
Dr	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Dr	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
Dr	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
Pr	BUFF	Samuel	Professeur
Pr	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
Dr	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
Pr	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Pr	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Pr	CHABANNE	Luc	Professeur
Pr	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
Dr	CHANOIT	Gullaume	Professeur
Dr	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Pr	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Pr	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Pr	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Dr	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
Dr	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
Dr	GALIA	Wessam	Maître de conférences
Pr	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
Dr	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Dr	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Dr	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Dr	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	JUNOT	Stéphane	Professeur
Pr	KODJO	Angeli	Professeur
Dr	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Dr	LAABERKI	Maria-Halima	Maître de conférences
Dr	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Pr	LE GRAND	Dominique	Professeur
Pr	LEBLOND	Agnès	Professeur
Dr	LEDOUX	Dorothée	Maître de conférences
Dr	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Dr	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
Dr	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
Pr	LEPAGE	Olivier	Professeur
Pr	LOUZIER	Vanessa	Professeur
Dr	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
Dr	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
Pr	MARCHAL	Thierry	Professeur
Dr	MOSCA	Marion	Maître de conférences
Pr	MOUNIER	Luc	Professeur
Dr	PEROZ	Carole	Maître de conférences
Pr	PIN	Didier	Professeur

Pr	PONCE	Frédérique	Professeur
Pr	PORTIER	Karine	Professeur
Pr	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Pr	PROUILLAC	Caroline	Professeur
Pr	REMY	Denise	Professeur
Dr	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
Pr	ROGER	Thierry	Professeur
Dr	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
Pr	SCHRAMME	Michael	Professeur
Pr	SERGENTET	Delphine	Professeur
Dr	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Dr	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
Dr	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothée	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements au jury

A Monsieur le Professeur Pierre COCHAT,

De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon Sud,

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

Recevez, monsieur, l'expression de mes respectueux hommages.

A Madame la Docteur Emilie ROSSET,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir guidé tout au long de ce travail,

Pour votre bienveillance, votre gentillesse, et votre disponibilité, dans le cadre de ce travail mais également en clinique.

Veillez trouver ici toute ma reconnaissance et l'expression de mes plus sincères remerciements.

A Monsieur la Professeur Caroline PROUILLAC,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur de faire partie de ce jury de thèse,

Pour vos précieux conseils et l'aide que vous avez porté à ce travail.

Mes sincères remerciements.

Table des matières

TABLE DES ANNEXES.....	9
TABLE DES FIGURES.....	11
TABLE DES TABLEAUX.....	13
TABLE DES ABREVIATIONS.....	15
INTRODUCTION.....	17
PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	19
I- PARTICULARITES PHYSIOLOGIQUES DES NOUVEAU-NES ET LEURS CONSEQUENCES.....	19
A. PARTICULARITES PHYSIOLOGIQUES CHEZ LE CHIOT	19
i. <i>Thermorégulation</i>	19
ii. <i>Système cardiovasculaire</i>	20
iii. <i>Système respiratoire</i>	21
iv. <i>Système hépatobiliaire</i>	21
v. <i>Système urinaire</i>	22
vi. <i>Système gastro-intestinal</i>	22
vii. <i>Système immunitaire</i>	23
B. LES 4 GRANDS SYMPTOMES COURANTS CHEZ LE NOUVEAU-NE.....	23
i. <i>Hypothermie</i>	23
ii. <i>Hypoxie</i>	26
iii. <i>Déshydratation</i>	28
iv. <i>Hypoglycémie</i>	31
II- ETIOLOGIE DE LA MORTALITE NEONATALE CHEZ LE CHIEN	35
A. FACTEURS LIES A L'ENVIRONNEMENT	35
i. <i>Localisation et aménagement de la maternité</i>	35
ii. <i>Température et humidité ambiante</i>	36
iii. <i>Hygiène</i>	37
B. FACTEURS LIES A LA MERE.....	38
i. <i>Age de la mère</i>	38
ii. <i>Compétences et caractères de la mère</i>	39
iii. <i>Facteurs nutritionnels</i>	42
iv. <i>Microbiote maternel</i>	44
v. <i>Affections maternelles systémiques</i>	45
vi. <i>Syndrome du lait toxique</i>	46
C. FACTEURS LIES AU NOUVEAU-NE	48
i. <i>Malformations congénitales</i>	48
ii. <i>Poids à la naissance</i>	54
iii. <i>Transfert passif d'immunité</i>	57
iv. <i>Diarrhée néonatale</i>	61
v. <i>Syndrome du dépérissement du chiot</i>	63
vi. <i>Causes infectieuses</i>	66

III-	PREVENTION ET GESTION DE LA MORTALITE NEONATALE	77
A.	PREVENTION ET PROPHYLAXIE.....	77
i.	<i>Mesures prénatales.....</i>	<i>77</i>
ii.	<i>Mesures postnatales</i>	<i>81</i>
B.	DIAGNOSTIC DU CHIOT NOUVEAU-NE MALADE	91
i.	<i>Examen clinique</i>	<i>91</i>
ii.	<i>Examen post-mortem.....</i>	<i>95</i>
	PARTIE 2 : ELABORATION D'UN SUPPORT PEDAGOGIQUE.....	107
I-	L'APPRENTISSAGE DE LA NEONATOLOGIE CANINE	107
A.	UNE DISCIPLINE PEU ENSEIGNEE	107
B.	IMPORTANCE DE CET APPRENTISSAGE	108
C.	ENSEIGNEMENT DE LA NEONATOLOGIE CANINE A VETAGRO SUP	108
i.	<i>Enseignement magistral.....</i>	<i>108</i>
ii.	<i>Enseignement à l'aide de supports multimédias</i>	<i>109</i>
iii.	<i>Enseignement pratique</i>	<i>109</i>
II-	L'APPRENTISSAGE PAR CAS CLINIQUE	110
A.	L'APPRENTISSAGE ACTIF	110
B.	L'APPRENTISSAGE PAR CAS CLINIQUE ; UN OUTIL DE L'APPRENTISSAGE ACTIF	110
C.	LES LIMITES DE L'APPRENTISSAGE PAR CAS CLINIQUE	112
i.	<i>Une création informatique complexe.....</i>	<i>112</i>
ii.	<i>Une utilisation par l'étudiant limitée</i>	<i>112</i>
III-	ELABORATION DES CAS CLINIQUES.....	113
A.	OBJECTIF DU PROJET	113
B.	OBJECTIFS PEDAGOGIQUES DES CAS	113
i.	<i>Cas n°1 : Olly : conseil d'élevage (environnement, conditions de vie et prophylaxie) ..</i>	<i>114</i>
ii.	<i>Cas n°2 : les chiots de Mme Bleuet : malformations congénitales</i>	<i>115</i>
iii.	<i>Cas n°3 : Dr Jean : réanimation néonatale et détection des chiots à risque</i>	<i>115</i>
iv.	<i>Cas n°4 : les chiots de Suzie : diarrhée chez le chiot nouveau-né</i>	<i>117</i>
v.	<i>Cas n°5 : les chiots de Mr Dupont : conduire un examen post-mortem.....</i>	<i>118</i>
C.	REDACTION D'UNE TRAME ET CHOIX DES QUESTIONS	119
i.	<i>Choix rédactionnels et choix des questions</i>	<i>119</i>
ii.	<i>Présentation des questionnaires et codes appliqués</i>	<i>120</i>
D.	MISE EN FORME INFORMATIQUE	121
i.	<i>Présentation du logiciel utilisé : Logiquiz</i>	<i>121</i>
ii.	<i>Particularités du support et codes appliqués</i>	<i>121</i>
E.	MISE A DISPOSITION	124
F.	EVALUATION ET ACTUALISATION.....	124
	CONCLUSION.....	125
	BIBLIOGRAPHIE.....	127
	ANNEXES.....	137

Table des annexes

<i>Annexe 1 : Questionnaire du cas n°1 : conseil d'élevage.</i>	<i>137</i>
<i>Annexe 2 : Questionnaire du cas n°2 : malformations congénitales.....</i>	<i>150</i>
<i>Annexe 3 : Questionnaire du cas n°3 : réanimation néonatale et détection des chiots à risque</i>	<i>159</i>
<i>Annexe 4 : Questionnaire du cas n°4 : diarrhée et septicémie néonatale.....</i>	<i>173</i>
<i>Annexe 5 : Questionnaire du cas n°5 : conduire un examen post-mortem.....</i>	<i>185</i>

Table des figures

<i>Figure 1 : Chiots regroupés en amas. Portée d'hovawart.</i>	20
<i>Figure 2 : Hypoxie chez le chiot.</i>	27
<i>Figure 3 : Relations et conséquences de la triade et de l'hypoxie chez le chiot.</i>	34
<i>Figure 4 : Chienne dans sa maternité accompagnée de ses chiots</i>	36
<i>Figure 5 : Anasarque</i>	49
<i>Figure 6 : Fente palatine</i>	50
<i>Figure 7 : Palais normal</i>	50
<i>Figure 8 : Fente labiale.</i>	51
<i>Figure 9 : Hydrocéphalie chez un chiot nouveau-né</i>	52
<i>Figure 10 : Règle des 3 Q caractérisant un bon transfert d'immunité passive.</i>	61
<i>Figure 11 : Clef de détermination de l'origine d'une malformation congénitale.</i>	80
<i>Figure 12 : Utilisation d'un mouche-bébé</i>	83
<i>Figure 13 : Utilisation de techniques d'acupuncture (GV 26) pour stimuler la respiration</i>	83
<i>Figure 14 : Ventilation à pression positive avec masque. Palpation de la fréquence cardiaque simultanément.</i>	84
<i>Figure 15 : Soins ombilicaux</i>	85
<i>Figure 16 : Bain d'eau chaude pour lutter contre l'hypothermie, avec palpation du rythme cardiaque durant la réanimation.</i>	86
<i>Figure 17 : Retenir les paramètres du score Apgar.</i>	88
<i>Figure 18 : Démonstration des réflexes de succion (A), foussement (B) et de redressement (C) chez un nouveau-né</i>	89
<i>Figure 19 : Développement de la locomotion et de la posture chez le chiot</i>	92
<i>Figure 20 : Grille de suivi de poids</i>	94
<i>Figure 21 : Aperçu de deux diapositives.</i>	122
<i>Figure 22 : Liste non exhaustive des différents icônes utilisés dans les cas cliniques</i>	123
<i>Figure 23 : Instructions des cas cliniques.</i>	123

Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Poids normal à la naissance selon la taille de la race.</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 2 : Besoins énergétiques d'un chiot durant la période néonatale.</i>	<i>56</i>
<i>Tableau 3 : Protocoles vaccinaux recommandés à minima chez les chiennes mises à la reproduction.</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 4 : Matériel nécessaire à la réanimation néonatale.</i>	<i>82</i>
<i>Tableau 5 : Score Apgar modifié adapté à la médecine vétérinaire canine.</i>	<i>88</i>
<i>Tableau 6 : Evaluation des réflexes de vitalité chez le chiot.</i>	<i>89</i>
<i>Tableau 7 : Principales caractéristiques à examiner chez un chiot nouveau-né.</i>	<i>92</i>
<i>Tableau 8 : Paramètres normaux chez les chiots durant la période néonatale.</i>	<i>93</i>
<i>Tableau 9 : Matériel d'autopsie nécessaire.</i>	<i>96</i>
<i>Tableau 10 : Liste (non exhaustive) d'artéfacts post-mortem.</i>	<i>99</i>
<i>Tableau 11 : Lésions macroscopiques post-mortem courantes importantes pour l'interprétation de la cause du décès chez les chiots nouveau-nés (liste non exhaustive).</i>	<i>101</i>
<i>Tableau 12 : Température optimale de stockage des échantillons biologiques selon les analyses demandées et les délais d'envoi.</i>	<i>102</i>
<i>Tableau 13 : Choix des échantillons pour l'identification de pathogènes par PCR.</i>	<i>104</i>
<i>Tableau 14 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°1 : Olly.</i>	<i>114</i>
<i>Tableau 15 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°2 : les chiots de Mme Bleuet.</i>	<i>115</i>
<i>Tableau 16 : Objectifs d'apprentissage du cas n° 3. Première partie : réanimation néonatale</i>	<i>116</i>
<i>Tableau 17 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°3. Seconde partie : détection des chiots à risque.</i>	<i>117</i>
<i>Tableau 18 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°4 : les chiots de Suzie.</i>	<i>118</i>
<i>Tableau 19 : Objectifs d'apprentissage associés au cas n°5 : les chiots de Mr Dupont </i>	<i>119</i>

Table des abréviations

µg : microgramme
BID : bis in die soit deux fois par jour
CAV-1 : Canine adenovirus 1
CDV : Canine Distemper Virus
CHV-1 : Canine Herpes virus 1
cm : centimètre
CPV-1 : Canine minute virus ou Canine bocaparvovirus
CPV-2 : Canine parvovirus 2
DAP : Dog Appealing Pheromone
dL : décilitre
F : French Gauge
Fi O2 : Fraction inspirée d'oxygène
G : gauge
g : gramme
GGT : gamma-glutamyltransférase
IgA : immunoglobuline A
IgG : immunoglobuline G
IgY : immunoglobuline Y
IM : intramusculaire
IO : intra-osseux
IRM : Imagerie par Résonance Magnétique
IV : intraveineux
j : jour
kg : kilogramme
L : litre
MDR : Multi Drug Resistance
min : minutes

mL : millilitre
mpm : mouvements par minutes
PCR : Réaction de polymérisation en chaîne
PDF : Portable Document Format
PO : per os
RL : Ringer Lactate
SC : sous-cutané
SID : semel in die soit une fois par jour
spp : species plurimae, plusieurs espèces

U : unité
UE : Unité d'Enseignement

Introduction

La période néonatale désigne les 3 premières semaines de vie d'un chiot. Elle est caractérisée par une physiologie particulière, une vulnérabilité accrue et une dépendance totale vis-à-vis des soins maternels et vétérinaires. Durant cette période la mortalité est forte et peut atteindre 35% des chiots (Pereira et al. 2022). Les facteurs contribuant à cette mortalité sont multiples et comprennent des facteurs environnementaux, maternels et individuels. Comprendre ces aspects est essentiel pour mettre en place des mesures de prévention, et savoir intervenir pour éviter le plus possible le décès de ces chiots.

Depuis plusieurs décennies, la stérilisation des individus de l'espèce canine a été fortement recommandée. Ses avantages sont variés, tant à l'échelle individuelle qu'à celle de la population. En conséquence, l'enseignement de la reproduction s'est principalement focalisé sur cette question et ses nombreux bénéfices. Depuis 2016, l'élevage canin s'est professionnalisé rendant les éleveurs plus exigeants et demandeurs de soins toujours plus poussés pour leurs nouveau-nés qui dépérissent. Les praticiens sont alors plus souvent confrontés à la gestion d'individus en période néonatale. L'importance des connaissances en néonatalogie canine reprend donc tout son sens.

Le passage délicat de cette période constitue une préoccupation essentielle en médecine vétérinaire. Les particularités physiologiques et l'importance émotionnelle et financière conférée à ces chiots rend leur prise en charge stressante pour le praticien. Cette appréhension est renforcée par la rareté des cas rencontrés, notamment durant les études vétérinaires.

Depuis plusieurs décennies, de nouvelles méthodes d'apprentissage émergent. Dans ce contexte, l'enseignement en école vétérinaire prend différentes formes ; cours magistraux, travaux dirigés, rotations cliniques et accès à divers supports supplémentaires. La pluralité de ces méthodes permet de renforcer l'apprentissage des connaissances enseignées, et d'accroître la confiance de l'étudiant. L'objectif de cette thèse est ainsi d'aider les étudiants vétérinaires à reconnaître les facteurs de risque de mortalité néonatale, les prévenir et les corriger.

Dans un premier temps, nous effectuerons une actualisation bibliographique en évoquant les particularités physiologiques des nouveau-nés et leurs conséquences, les causes principales de mortalité néonatale, et enfin la prévention de cette mortalité. Dans le prolongement de cette analyse, nous élaborerons des cas cliniques pédagogiques visant à approfondir la compréhension et les connaissances des étudiants. En explorant les multiples dimensions de cette période cruciale, ce travail aspire à fournir des outils pratiques et des connaissances approfondies pour améliorer la gestion des soins néonataux canins et réduire la prévalence des pertes au sein de cette population vulnérable.

PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Particularités physiologiques des nouveau-nés et leurs conséquences

a. Particularités physiologiques chez le chiot

La physiologie des chiots nouveau-nés diffère grandement de celle des adultes. L'immaturation des fonctions vitales diminue les capacités d'adaptation du chiot aux changements du milieu et lui octroie une sensibilité accrue envers différentes affections. Cela induit des variations dans l'utilisation des outils diagnostics, tel que les tests en laboratoires, et dans l'élaboration des plans thérapeutiques.

i. Thermorégulation

Durant la période néonatale, le chiot est poïkilotherme, il ne régule pas sa température lui-même. Il est donc dépendant de l'environnement et de sa mère pour maintenir sa température corporelle (Dumon 2005; Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).

Les mécanismes de thermorégulation sont immatures chez le chiot. Le réflexe de frisson est absent jusqu'à l'âge d'une semaine, l'halètement est possible mais peu efficace (Fitzgerald, Newquist 2011; Lopate, Seksel 2012), et les mécanismes de vasomotricité périphériques ne sont pas fonctionnels (Fitzgerald, Newquist 2011; Grundy 2006; Reyes-Sotelo et al. 2021). La thermogénèse est principalement assurée grâce à la faible réserve de graisse brune (Fitzgerald, Newquist 2011) et à l'alimentation (Reyes-Sotelo et al. 2021).

Des adaptations comportementales permettent aussi de réduire les pertes de chaleur. La posture en boule et le regroupement entre chiots de la portée (Figure 1) permet de réduire la surface corporelle en contact avec l'environnement (Reyes-Sotelo et al. 2021). Le réflexe de recherche des points chauds permet au chiot de se diriger vers ceux-ci (Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).



Figure 1 : Chiots regroupés en amas. Portée d'hovawart.

Source : Centre d'étude et recherche en reproduction et élevage des carnivores, VetAgro Sup

ii. Système cardiovasculaire

A la naissance, on observe la transition d'un système circulatoire foëto-maternel à un système circulatoire propre au chiot, où le cœur régit seul la circulation sanguine et son homéostasie (Grundy 2006).

Le système cardiovasculaire est immature et se caractérise par une pression, un volume et des résistances périphériques plus faibles que chez l'adulte. En conséquence, on observe une augmentation de la fréquence cardiaque, du volume d'éjection systolique et de la pression veineuse, ce qui permet de maintenir une perfusion des tissus correcte (Bulmer 2011; Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).

Chez le chiot, la pression sanguine est principalement influencée par la température corporelle et la glycémie. Les barorécepteurs ne fonctionnent pas avant quatre jours, et le tonus vagal est développé à l'âge de deux semaines. Avant cet âge, la fréquence cardiaque ne s'ajuste pas à la pression. La fréquence cardiaque diminue également en cas d'hypoxie ou de stress foëtal. En outre, les inotropes ne fonctionnent pas avant neuf semaines, et ne permettent donc pas d'agir sur le volume d'éjection systolique. L'adaptation aux variations de pression est difficile, les risques d'hypotension sont donc accrus (Fitzgerald, Newquist 2011; Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012). De façon plus générale, tout stress cardiovasculaire tel que ceux engendré par une hyperthermie, un désordre acido-basique ou une hémorragie, est moins bien compensé (Bulmer 2011).

Durant les quatre premiers jours de vie, une bradycardie est donc indicatrice d'une hypoxémie. L'oxygénothérapie est alors à prioriser vis-à-vis de l'administration d'atropine, qui est inefficace (Grundy 2006).

iii. Système respiratoire

Deux points sont à soulever concernant l'immaturation du système respiratoire chez le chiot. D'une part, la demande métabolique en oxygène est énorme et n'est pas toujours compensée puisque les chémorécepteurs carotidiens sont immatures. La teneur en oxygène du sang est donc mal régulée, puisque la ventilation s'ajuste moins bien. Les chiots sont donc plus sensibles à l'hypoxémie (Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).

D'autre part, la sécrétion fœtale du surfactant alvéolaire est parfois insuffisante. Le surfactant alvéolaire est une fine couche de phospholipides tapissant les alvéoles et permettant de réduire la tension superficielle (Ruau 2011). Le surfactant est produit en fin de gestation par les pneumocytes de type deux en réponse au gonflement des poumons. Si la quantité de surfactant est insuffisante, une détresse respiratoire peut survenir (Lopate, Seksel 2012).

La fréquence respiratoire normale varie de 10 à 18 mouvements par minute la première semaine de vie, puis atteint les valeurs adultes de 16 à 32 mouvements par minute à trois semaines (Fitzgerald, Newquist 2011; Lopate, Seksel 2012). Certains auteurs proposent des intervalles plus larges ; 15 à 35 mouvements par minute durant les premières 24h puis 20 à 36 mouvements par minute à 4 semaines (Grundy 2023).

iv. Système hépatobiliaire

Chez le fœtus, le foie n'est pas utilisé et est court-circuité. La clairance des déchets est réalisée dans l'ombilic (Grundy, 2006; Lopate and Seksel, 2012). A la naissance, les différentes fonctions hépatiques sont pour la plupart immatures.

Le système enzymatique hépatique implique une grande diversité d'enzymes et n'est mature qu'au bout de 5 mois (Fitzgerald, Newquist 2011).

Les cytochromes P 450 sont des hémoprotéines responsables de l'oxydation de molécules, notamment de médicaments, permettant la formation de métabolites excrétés ensuite (Taburet, Furlan 2000). Chez le chien, l'activité de ces cytochromes est estimée à 85% à quatre semaines, et est complète entre quatre et cinq mois d'âge. Pendant la période néonatale, il faut donc éviter au maximum l'utilisation de médicaments au métabolisme ou à l'élimination hépatique, tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens et les anticonvulsivants par exemple (Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).

D'autre part, il est courant d'observer une augmentation transitoire de certaines enzymes à la naissance. Les concentrations sanguines en phosphatases alcalines et en γ -glutamyltransférases sont augmentées à la suite de la prise de colostrum, et reviennent à la normale au bout de 2 semaines (Lopate, Seksel 2012). Il est possible de les utiliser comme marqueurs de la prise de colostrum (Center 2011; Grundy 2006; Lawler 2008). Quant aux concentrations en aspartate aminotransférase, en créatine kinase et en lactates

déshydrogénases, elles augmentent durant les premières 24 heures et reflètent les traumatismes musculaires engendrés par la naissance (Center 2011).

Le foie joue également un rôle dans les mécanismes de régulation de la glycémie. Chez le chiot, les réserves en glycogène hépatique sont faibles, et diminuent d'un tiers en cas de jeun prolongé pendant 24 heures (Lopate, Seksel 2012). Les capacités de néoglucogénèse, et de glycogénolyse sont réduites, et les chiots compensent beaucoup plus lentement les variations de glycémie (Center 2011).

v. Système urinaire

A la naissance, les reins ne sont pas totalement développés. La néphrogénèse est incomplète jusqu'à l'âge de trois semaines (Fitzgerald, Newquist 2011). Fonctionnellement, le rein du chiot est caractérisé par un faible débit de filtration glomérulaire, une fonction tubulaire rénale diminuée, et par l'absence de système rénine-angiotensine-aldostérone fonctionnel. Chez l'adulte, ce système permet de maintenir une perfusion rénale et une volémie adéquate, via la réabsorption d'eau et d'ions. Chez le chiot, le débit sanguin rénal est donc lié directement à la pression artérielle (Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).

Cette immaturité impacte à la fois les tests diagnostiques et les traitements pouvant être mis en place.

La densité urinaire est diminuée (1,006 à 1,0017) et revient à la normale vers six à huit semaines. Il est courant d'observer une glycosurie et une protéinurie pendant deux à trois semaines (Dumon 2005; Fitzgerald, Newquist 2011; Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012).

Les médicaments métabolisés par le rein, ou dont l'excrétion se fait par voie rénale, ont une toxicité rénale accrue. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens sont donc à proscrire. Les posologies de certains antibiotiques (pénicillines, céphalosporines, fluoroquinolones, aminosides notamment) doivent donc être réduites. Les bêta-lactamines sont les plus couramment choisies (Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012), le ceftiofur est également mentionné (Grundy 2006) mais son utilisation doit être raisonnée puisqu'il s'agit d'un antibiotique critique.

La fluidothérapie doit être adaptée afin d'éviter les surcharges hydriques. Le débit conseillé chez le nouveau-né est de 60 à 180 mL/kg/j (Grundy 2006; Lawler 2008).

vi. Système gastro-intestinal

Le système gastro-intestinal du chiot est caractérisé par : une stérilité du tube digestif, une absence de motilité électrique et une perméabilité intestinale augmentée. Le tube digestif est stérile à la naissance, puis rapidement colonisé par les microorganismes de l'environnement, notamment de la mère (Fitzgerald, Newquist 2011; Lopate, Seksel 2012). La motilité intestinale est supposément due à des gradients de pression, puisque l'activité électrique n'est pas présente avant 40 jours, elle est également influencée par la

température corporelle. Le pH gastrique est neutre et la perméabilité intestinale est accrue pendant les dix à douze premières heures de vie, après quoi elle chute (Grundy 2006). La barrière intestinale est ensuite complète dans les 16 à 24 heures de vie (Pereira et al. 2022). La capacité gastrique est limitée ; environ 4 mL de lait pour 100g de poids vif du chiot, la prise alimentaire doit donc être fractionnée (Lawler 2008).

vii. Système immunitaire

Durant la gestation, moins de 10% des anticorps sont transmis par le placenta (Grundy 2006; Chastant-Maillard et al. 2012). La placentation endothéliochoriale ne permet pas le passage de molécules de grande taille dont font parties les immunoglobulines. La concentration sanguine en immunoglobulines G, l'immunoglobuline majoritaire, n'est que de 0,3g/L à la naissance contre 8 à 25 g/L chez un chien adulte (Chastant-Maillard et al. 2017). Le chiot est incompetent immunologiquement à la naissance, ce qui le rend dépendant de l'apport de colostrum. Par la suite, les anticorps présents dans le lait, ne sont pas absorbés mais permettent une protection gastro-intestinale (Fitzgerald, Newquist 2011; Lopate, Seksel 2012).

Par ailleurs, le thymus est un organe présent chez le nouveau-né permettant la différenciation et la sélection des lymphocytes T. Bien qu'histologiquement le thymus soit mature dès 45 jours de gestation, il continue de grossir durant les 3 premiers mois de vie. L'immunité cellulaire reste pauvre à la naissance et n'est compétente qu'au bout de plusieurs mois (Lopate, Seksel 2012; Evermann, Wills 2011).

b. Les 4 grands symptômes courants chez le nouveau-né

i. Hypothermie

1. Définition et origine

La température normale à la naissance est d'environ 35,5°C (Dumon 2005). Cette chute physiologique de la température corporelle protège temporairement l'organisme, et notamment le système nerveux, des lésions causées par l'hypoxie et l'acidose présentes à la naissance (Reyes-Sotelo et al., 2021). La température augmente ensuite progressivement au fil des semaines ; 35 à 37,2°C la première semaine, puis 36,1 à 37,8°C les deuxièmes et troisièmes semaines (Grundy, 2006; Lawler, 2008; Reyes-Sotelo et al., 2021). On considère que la température d'un chiot est anormalement basse si elle descend en dessous de 35°C (Münnich, Küchenmeister 2014).

L'immaturation des mécanismes de thermogénèse, vue précédemment, associée aux facteurs provoquant des pertes de chaleur conduisent à l'hypothermie.

Les pertes de chaleur se font par différents mécanismes : convection, radiation, évaporation et conduction (Fitzgerald, Newquist 2011; Reyes-Sotelo et al. 2021). Les facteurs environnementaux tels que l'humidité, la température, les courants d'air et le contact avec des surfaces froides peuvent donc vite conduire à une baisse de température. Les caractéristiques propres au chiot sont aussi impliquées dans les pertes de chaleur. Ainsi, la taille du corps est liée à la race du chiot et donc à un rapport surface / volume spécifique. Plus ce rapport augmente, plus les pertes de chaleurs sont rapides. Les petites races sont donc plus sensibles. L'aspect des poils joue aussi un rôle ; des poils épais et foncés permettent de conserver plus facilement la chaleur. Enfin, le poids à la naissance, le gain de poids, la prise de colostrum sont négativement corrélés aux pertes de chaleur (Reyes-Sotelo et al. 2021).

2. Diagnostic et conséquences cliniques

L'hypothermie se diagnostique simplement grâce à la mesure de la température rectale à l'aide d'un thermomètre à embout flexible, capable de détecter des températures basses (dès 30°C). Lors d'hypothermie, on observe des vocalises, une augmentation de la fréquence respiratoire et une bradycardie (Dumon 2005; Münnich, Küchenmeister 2014).

Les conséquences de l'hypothermie sur les fonctions vitales sont variées. Elle entraîne une bradycardie augmentant le risque de décompensation cardiovasculaire, et pouvant provoquer une déshydratation, et une perte du réflexe de succion. En dessous de 34,4°C, un iléus paralytique et une perte d'appétit peuvent se développer. En cas de réalimentation sans réchauffement du nouveau-né au préalable, des régurgitations, un jetage nasal et une bronchopneumonie par fausse déglutition peuvent survenir (Fitzgerald, Newquist 2011; Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012). Lors d'arrêts prolongés de la circulation sanguine des lésions neurologiques peuvent apparaître. Une diminution de l'activité immunitaire est également observée (Fitzgerald, Newquist 2011). L'invasion des agents infectieux est accentuée, ce qui induit notamment une augmentation de la sensibilité à l'herpès virus canin et aux bactéries (Münnich, Küchenmeister 2014). L'hypothermie engendre aussi des changements métaboliques et biochimiques pouvant mener à une hypoglycémie, une déshydratation, une altération de l'équilibre acide base. Ces conséquences peuvent mener, à terme, à une défaillance multi-organe, puis à la mort du chiot (Reyes-Sotelo et al. 2021).

3. Traitement

La correction de l'hypothermie doit se faire par réchauffement lent. Un réchauffement trop rapide peut entraîner des perturbations métaboliques ainsi qu'une vasodilatation périphérique augmentant les besoins en oxygène et menant à une défaillance cardiovasculaire. De plus, les chiots n'ont pas la capacité de s'éloigner des points de chaleur, donc si les mesures sont trop agressives, on peut, à l'inverse, provoquer une hyperthermie (Fitzgerald, Newquist 2011). Les chiots touchés peuvent alors développer une

déshydratation puis une constipation, et des détresses respiratoires (Münnich, Küchenmeister 2014).

On préfère donc réchauffer lentement, sur une à trois heures, en surveillant régulièrement la température ambiante et le réflexe de succion. Certains auteurs conseillent de ne pas dépasser une augmentation de 1,1°C par heure (Wilborn 2018). On utilise des bouillottes, des couvertures et tapis chauffants ou des couveuses dont on peut régler la température (Dumon 2005; Münnich, Küchenmeister 2014). Des fluides tiédis peuvent être administrés par voie parentérale, en support lors du réchauffement (Lawler 2008; Lopate, Seksel 2012).

4. Prévention

La température environnementale doit être surveillée et contrôlée. Il est conseillé de maintenir une température d'environ 30°C la première semaine, puis de 26,6°C de la deuxième à la quatrième semaine d'âge (Grundy 2006; Lopate, Seksel 2012). D'autres auteurs préconisent une température plus basse de 20 à 24°C si la mère est avec les chiots (Münnich, Küchenmeister 2014; Pereira et al. 2022). L'humidité doit être considérée en adéquation avec la température de l'environnement. En effet, plus la température ambiante augmente, plus l'humidité relative diminue. Afin d'éviter toute dessèchement des muqueuses ou inconfort des chiots, elle doit être de 55 à 65% et peut être augmentée à 85% chez les chiots de faible poids à la naissance (Fitzgerald, Newquist 2011). Les portées avec peu de chiots sont également plus à risque (Dumon 2005).

La température normale d'un chiot à la naissance est de 35,5°C. Elle augmente progressivement au fil des semaines pour atteindre en moyenne 37°C durant les 2^e et 3^e semaines.

Un chiot est en hypothermie si sa température descend en dessous de 35°C.

Les pertes de chaleur se font par convection, radiation, évaporation et conduction via des facteurs environnementaux (humidité, température) et propres au chiot (poids et gain de poids, taille).

Les conséquences cliniques sont variées (bradycardie, perte du réflexe de succion, iléus paralytique, changements métaboliques, diminution de l'activité immunitaire...) et peuvent mener à terme à une défaillance multi-organe puis à la mort.

La correction de l'hypothermie se fait par réchauffement lent du chiot sur une à trois heures, sous surveillance, à l'aide de bouillottes, couvertures, tapis chauffants ou couveuses. Le mieux restant de prévenir l'hypothermie via le maintien d'une température et d'une humidité adéquat.

ii. Hypoxie

1. *Définition et origine*

L'hypoxie est une inadéquation entre les besoins tissulaires en oxygène et les apports reçus, inférieurs aux besoins.

Lors du déclenchement du part, les contractions utérines provoquent une diminution du débit sanguin placentaire, et donc une diminution de l'apport sanguin maternel en oxygène. La pO₂ diminue, et une acidose mixte se met en place. Cette acidose est normale et doit être résolue en deux à trois heures (Lawler 2008; Lopate, Seksel 2012). En parallèle, lors du passage dans la filière pelvienne, les vaisseaux ombilicaux sont comprimés, la pCO₂ dans ces vaisseaux augmente, ce qui provoque le réflexe inspiratoire (Dumon 2005). Physiologiquement, l'hypoxie observée à la naissance disparaît une fois l'adaptation de la fonction pulmonaire réalisée.

Cependant, dans certains cas, une transition foëto-maternelle plus difficile mène au maintien de cette hypoxie. Ainsi, l'augmentation de la durée du part, les dystocies, une présentation postérieure, l'administration inadéquate d'ocytocine, et les césariennes d'urgences sont associées à une asphyxie prolongée et sont donc des facteurs prédisposants (Münnich, Küchenmeister 2014; Pereira et al. 2022; Uchańska et al. 2022). Les chiots prématurés, en présentant un défaut de surfactant alvéolaire, les chiots malformés ou de faible poids à la naissance sont aussi à risque (Pereira et al. 2022).

2. *Diagnostic et conséquences cliniques*

L'hypoxie se diagnostique simplement grâce à l'examen clinique. On observe des muqueuses cyanosées (Figure 2), et des troubles respiratoires variables : dyspnée, tachypnée, polypnée. La fréquence respiratoire peut augmenter jusqu'à 40 mouvements par minute, et des apnées peuvent survenir. Une bradycardie est souvent présente avec une fréquence cardiaque de 80 à 100 battements par minute (Dumon 2005; Root Kustritz 2012). Un affaiblissement des réflexes peut aussi être un signe précoce d'hypoxie (Uchańska et al. 2022; Vassalo et al. 2015).

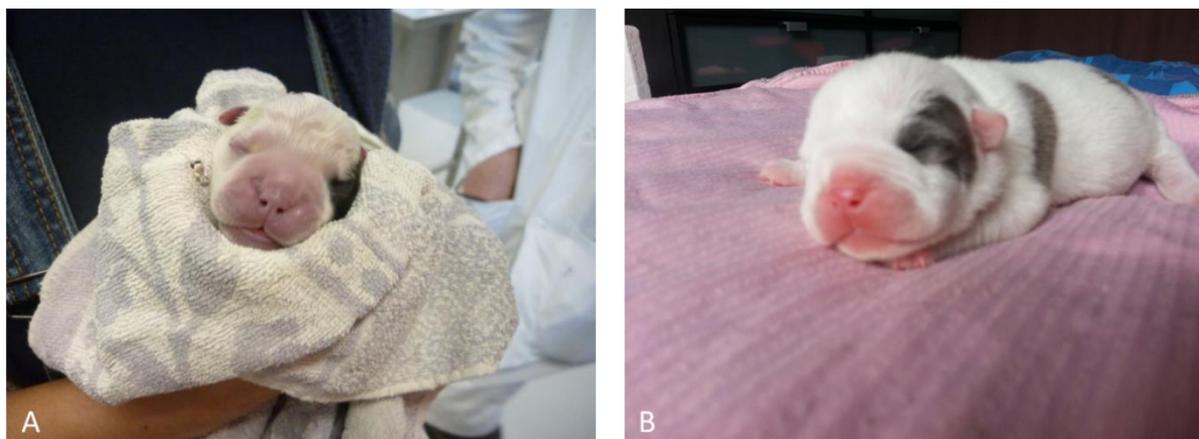


Figure 2 : Hypoxie chez le chiot. (A) Muqueuses cyanosées grisâtres chez un chiot en hypoxie (B) Chiot non hypoxié issu de la même portée.

Source : Emilie Rosset, Centre d'étude et de recherche en reproduction et élevage des carnivores, VetagroSup

L'hypoxie engendre une bradycardie puis une hypotension (Lawler 2008), une ischémie, des lésions tissulaires et mène parfois à une défaillance multi-organe. La perméabilité des muqueuses envers les pathogènes augmente chez les chiots hypoxiques (Uchańska et al. 2022), la translocation bactérienne via les voies aériennes est donc favorisée, ce qui peut mener à l'apparition d'un sepsis (Lopate, Seksel 2012; Münnich, Küchenmeister 2014). Le développement d'entéocolite nécrotique chez les chiots hypoxiques et ayant un défaut de prise de colostrum est aussi décrit (Lawler 2008).

3. Traitement

Les chiots doivent être pris en charge dès la naissance, des manœuvres de réanimation énergiques sont conseillées (Dumon 2005). Quatre-vingt-dix pourcents des chiots dont la mort est causée par une hypoxie meurent durant les deux premiers jours de vie. La surveillance du chiot doit donc être attentive et maintenue durant cette période (Nobre Pacífico Pereira et al. 2022).

Le traitement de l'hypoxie requière le dégagement des voies respiratoires hautes, une oxygénothérapie adaptée à l'aide d'un masque ou d'une cage préférentiellement (Dumon 2005; Root Kustritz 2012). La présence éventuelle de fluide amniotique dans l'estomac peut nécessiter une vidange gastrique, ce qui permet de diminuer la pression de l'estomac sur le diaphragme et donc faciliter la respiration (Münnich, Küchenmeister 2014).

4. Prévention

La prévention de l'hypoxie passe par la maîtrise du part et l'anticipation des complications potentielles. Lors de césarienne, la préparation de la chienne doit être rapide et le protocole anesthésique adapté. Il faut limiter le plus possible le positionnement en décubitus dorsal qui entraîne une compression de la veine cave et de l'aorte postérieure, et donc une hypoxie maternelle puis fœtale (Dumon 2005).

L'**hypoxie** est un manque d'apport d'oxygène aux tissus.

Lors du part on observe à la fois : des contractions utérines diminuant l'apport maternel en oxygène, et une compression des vaisseaux ombilicaux augmentant la pCO₂, menant à l'apparition d'une hypoxie. Celle-ci doit disparaître une fois la fonction pulmonaire adaptée à la vie extra-utérine, mais dans certaines situations l'hypoxie se maintient.

Le **diagnostic** passe par l'observation de muqueuses cyanosées et de troubles respiratoires (polypnée, apnées) associés à une bradycardie.

Parmi les **conséquences cliniques**, on note une perméabilité accrue des muqueuses envers les pathogènes, menant à l'apparition de sepsis. A terme, une hypotension, une ischémie puis une défaillance multi-organe se développent.

La **correction de l'hypoxie** requiert de dégager les voies respiratoires et d'apporter une oxygénothérapie. La **prévention** passe par l'anticipation des complications lié au part et la réalisation d'une réanimation efficace.

iii. Déshydratation

1. Définition et origine

La déshydratation correspond à un manque d'eau dans les tissus. Le chiot possède une proportion d'eau corporelle de 82%, contre 55% chez un adulte, ce qui le rend particulièrement à risque (Dumon 2005; Ki et al. 2016). Les besoins en eau d'un chiot sont donc plus élevés que les adultes, et varient autour de 132 à 220 mL/kg/j selon les auteurs (Ki et al. 2016; Lopate, Seksel 2012; Uchańska et al. 2022). D'autres auteurs retiennent des besoins plus faibles de 60 à 180mL/kg (Grundy 2006; Lawler 2008; Münnich, Küchenmeister 2014).

Les chiots sont prédisposés physiologiquement à la déshydratation à cause de leurs caractéristiques cutanées et rénales. Le rapport entre la surface corporelle et le poids du corps est élevé ; la surface cutanée représente 18% du poids d'un chiot, et la peau reste perméable pendant 20 à 30 jours. Associé à l'immaturation rénale, qui engendre une

réabsorption d'eau réduite, cela favorise les pertes d'eau (Dumon 2005; Indrebø, Trangerud, Moe 2007; Lawler 2008; Pereira et al. 2022).

De plus, la déshydratation se produit soit lors de pertes excessives en eau, soit lors de manque d'apport. Ainsi, les troubles digestifs (diarrhées, vomissements), une température ambiante excessive ou un poids de naissance faible provoquent une augmentation des pertes, tandis qu'une prise alimentaire diminuée (lactation faible ou réflexe de succion inadéquat notamment) constitue un manque d'apport (Lawler 2008; Münnich, Küchenmeister 2014; Uchańska et al. 2022).

2. Diagnostic et conséquences cliniques

Les signes cliniques de déshydratation du chiot diffèrent des adultes. Les muqueuses et la peau restent souvent humides même en cas de déshydratation nette, tandis que l'appréciation du pli de peau est plus difficile, voire impossible, compte tenu de la faible couverture graisseuse (Root Kustritz 2011). La fréquence cardiaque n'est pas utilisable non plus puisqu'elle ne s'ajuste pas à la pression (Lopate, Seksel 2012).

Il convient plutôt d'observer l'attitude et la clinique du chiot. On observe généralement un arrêt du réflexe de succion, des vocalises, un abattement et un refroidissement. On évalue aussi la perte de poids, qui est un signe pathognomonique (Dumon 2005; Lawler 2008). Une perte de poids de 5% constitue un signal d'alerte, de 10% une déshydratation grave et de 20% un signe de mort imminente (Dumon 2005). L'observation des urines est également intéressante : elles doivent être presque transparentes, des urines d'un jaune marqué montrent une déshydratation (Lopate, Seksel 2012; Wilborn 2018). Une densité urinaire supérieure à 1,017 est aussi un signe (Münnich, Küchenmeister 2014). En pratique, il est commode de considérer un chiot malade comme étant déshydraté (Wilborn 2018).

Une déshydratation entraîne une hypovolémie et une hypotension entraînant une diminution de la perfusion tissulaire et un risque d'hypoxie cellulaire. Le chiot est alors prédisposé aux hémorragies intracrâniennes. A terme, on peut observer une défaillance cardiaque, un choc et la mort du chiot (Münnich, Küchenmeister 2014; Pereira et al. 2022; Root Kustritz 2012).

3. Traitement

La correction de déshydratation passe par l'administration de cristalloïdes isotoniques réchauffés au préalable, à hauteur de la température corporelle (Lopate, Seksel 2012; Wilborn 2018). Les solutions de NaCl ou de Ringer Lactates peuvent être utilisées. Lors d'hypoglycémie, on préfère l'utilisation de Ringer Lactate. On peut administrer par voie parentérale un bolus de 30 à 40 mL/kg suivi d'une perfusion à 4mL/kg/h (Münnich, Küchenmeister 2014). D'autres auteurs proposent l'administration d'un tel bolus, de 30 à 45 mL/kg, puis préconisent une perfusion à la maintenance (soit 80mL/kg/j) à laquelle on ajoute une correction des pertes (Lopate, Seksel 2012).

Concernant les voies d'administration, la voie orale est utilisable si le chiot est normotherme et que le réflexe de succion est bon (Lawler 2008). On l'utilisera particulièrement pour les cas associés à des troubles digestifs. Sinon, on utilisera les voies parentérales. La voie sous-cutanée est acceptable pour l'administration de faibles volumes de solutés isotoniques chez des chiots peu ou pas déshydratés (Münnich, Küchenmeister 2014). Les fluides administrés par cette voie sont absorbés lentement, et ne doivent pas contenir de dextrose (Wilborn 2018). Cette voie, utilisable si la voie intraveineuse est inaccessible, reste déconseillée chez les chiots hypovolémiques ou hypoglycémiques (Lopate, Seksel 2012). L'injection de soluté isotoniques par voie intra-péritonéale est possible chez les chiots dont les veines sont inaccessibles (Münnich, Küchenmeister 2014). L'absorption est rapide, mais cette voie engendre un risque accru de péritonite (Dumon 2005).

La voie intraveineuse est la voie parentérale à favoriser, bien que parfois inaccessible. Un cathéter jugulaire est utilisable, mais son maintien pour la perfusion de soluté est parfois difficile (Dumon 2005).

La voie intra osseuse est à proscrire selon certains auteurs, étant donné les risques de dommages osseux (Lawler 2008). Cependant, lorsqu'il s'agit de la seule voie accessible, et lors de situations d'urgences, d'autres auteurs proposent son utilisation. Un cathéter intra-osseux peut être mis en place au niveau des tubérosités tibiale, trochantérienne, humérale ou de l'aile de l'ilium, et permet d'accéder à la vascularisation de la moelle osseuse. Pour une perte de poids de 10%, on administre 20mL/100g de sérum physiologique isotonique puis on maintient une perfusion au débit de 5mL/h (Dumon 2005). D'autres auteurs proposent l'utilisation de débit plus important, à 11mL/min par gravité (Lopate, Seksel 2012).

Dans tous les cas, on veillera à réchauffer les chiots (Dumon 2005) et les fluides avant administration (Lawler 2008; Wilborn 2018).

La surveillance de la réhydratation est nécessaire pour éviter une surhydratation, susceptible de causer une surcharge cardiovasculaire avec tachycardie, un œdème pulmonaire, des troubles digestifs ou des hémorragies intracrâniennes pouvant causer la mort (Dumon 2005; Lawler 2008).

4. Prévention

Afin de prévenir toute déshydratation des chiots, il faut s'assurer que leurs besoins sont couverts. La production laitière et le comportement de la mère doivent être évalués. Les chiots doivent être nourris avec un lait de substitution si les apports sont insuffisants (Wilborn 2018). Ensuite, le suivi de la courbe de poids et une pesée quotidienne sont conseillés. Le poids de naissance est un bon indicateur pronostic peut permettre de porter son attention sur les chiots les plus à risque. Le chiot doit retrouver son poids de naissance

en deux jours, puis doubler son poids en dix jours (Dumon 2005; Lopate, Seksel 2012). En moyenne, on souhaite une prise de poids journalière de 10% (Grundy 2006; Wilborn 2018).

De plus, l'humidité ambiante doit être contrôlée en adéquation avec la température. Elle doit être maintenue entre 55 et 65%. Une humidité trop faible (inférieure à 35%) conduit à une sécheresse excessive de la peau et des muqueuses et donc à une déshydratation, tandis qu'une humidité trop élevée (supérieure à 95%) favorise fortement le développement des affections respiratoires et du microbisme ambiant (Dumon 2005; Lawler 2008; Pereira et al. 2022).

La **déshydratation** est un manque d'eau tissulaire.

Les chiots ont des besoins supérieurs en eau, et sont plus à risque de déshydratation que les adultes de part leur perméabilité cutanée et leur immaturité rénale. Toute augmentation des pertes en eau (ex : diarrhée) ou diminution de l'apport (ex : agalactie) constitue un facteur de risque.

Les **signes cliniques** diffèrent de ceux des adultes. Chez le chiot on s'attardera surtout sur l'état général (abattement, vocalises...) et sur la perte de poids.

La déshydratation entraîne une hypotension puis une hypoxie cellulaire provoquant à terme une défaillance cardiaque, un choc et la mort.

La **correction de déshydratation** passe par l'administration de cristaalloïdes isotoniques tiédés, sous surveillance pour éviter une surhydratation. Différentes voies sont utilisables selon l'état clinique et les besoins du chiot. La **prévention** passe par le contrôle de la prise de poids, et de l'humidité ambiante.

iv. Hypoglycémie

1. *Définition et origine*

La glycémie normale varie largement de 52 à 127mg/dL chez le chiot âgé d'un à trois jours. On considère qu'en dessous de 40 mg/dL, le chiot est en hypoglycémie (Fitzgerald, Newquist 2011; Hanna Mila et al. 2017).

De nombreux facteurs prédisposent le chiot à l'hypoglycémie : l'immaturité de la fonction hépatique ne permet pas une néoglucogénèse efficace, ni une régulation correcte de la glycémie, les réserves énergétiques sont faibles (autant en glycogène qu'en graisse), et l'absorption rénale du glucose est inefficace. En parallèle, la demande métabolique en glucose est forte (Lopate, Seksel 2012; Root Kustritz 2012). Les chiots de faible poids à la naissance, ou dont la mère présente une malnutrition durant la gestation, naissent avec des stocks énergétiques amoindris et sont donc plus à risque (Mugnier et al. 2019; Pereira et al. 2022; Uchańska et al. 2022).

Une prise alimentaire fréquente est donc rapidement nécessaire à la régulation de la glycémie (Wilborn 2018), et ce dès les huit à douze premières heures de vie (Uchańska et al. 2022). Le colostrum puis le lait sont les sources d'énergies du chiot. Toute condition affectant cette prise alimentaire prédispose donc le chiot à l'hypoglycémie. Une hypothermie, une septicémie ou des désordres fluidiques causés par des troubles digestifs sont aussi des facteurs favorisant (Fitzgerald, Newquist 2011; Root Kustritz 2012).

2. Diagnostic et conséquences cliniques

Les signes cliniques de l'hypoglycémie sont variés ; abattement, diminution puis arrêt de la tétée, irritabilité, vocalisation, faim. Des signes neurologiques sont visibles : stupeur, perte de conscience ou convulsions pouvant mener au coma et à la mort (Dumon 2005; Fitzgerald, Newquist 2011; Root Kustritz 2012; Uchańska et al. 2022).

La glycémie peut être mesurée facilement avec un glucomètre. C'est un paramètre très intéressant pour identifier les chiots à risque : une glycémie inférieure à 92 mg/dL durant les premières 24 heures augmente les chances de mortalité néonatales (Pereira et al. 2022). En pratique, la sévérité des symptômes n'est pas corrélée à la valeur de glycémie (Uchańska et al. 2022). On s'attarde donc plus sur les symptômes cliniques, et on considère souvent qu'un chiot malade est en hypoglycémie (Wilborn 2018).

Une hypoglycémie prolongée peut causer des dommages cérébraux permanents, des dysfonctionnements cardiaques (Root Kustritz 2012), ou une hypotension avant l'âge de quatre jours (Fitzgerald, Newquist 2011). Si les signes cliniques persistent, l'hypoglycémie peut mener à la mort du chiot.

3. Traitement

Le traitement de l'hypoglycémie est variable selon l'état d'hydratation et la température du chiot. Les recommandations divergent selon les auteurs.

Lorsque le chiot est normotherme, que le réflexe de succion est maintenu et que l'état général du chiot n'est pas trop altéré, il est préférable d'administrer des solutions de glucose par voie orale (Wilborn 2018; Davidson 2014).

Chez un chiot en hypothermie, l'absorption intestinale des nutriments peut être impactée, on préfère donc la voie intraveineuse. On administre un bolus de 250 à 500 mg/kg soit 1 à 2 mL/kg de dextrose à 10 ou 20%, suivi d'une perfusion de soluté isotonique complétementée avec 2,5 à 5% de dextrose (Root Kustritz 2012). La perfusion est maintenue jusqu'à l'arrêt des vocalises, la reprise du réflexe de succion et jusqu'à une élévation de température à 37°C (Dumon 2005).

Une surveillance est nécessaire durant la supplémentation pour détecter toute complémentation excessive. L'hyperglycémie consécutive peut conduire à une augmentation de la déshydratation, ce qui est aggravé par l'insensibilité des chiots à l'insuline (Root Kustritz 2012).

Par ailleurs, certaines précautions sont à prendre concernant la voie d'administration choisie. Ainsi l'administration sous cutanée de glucose peut provoquer des abcédations, tandis que les solutions de dextrose à 50% induisent des phlébites par voie intraveineuse (Davidson 2014; Grundy 2023).

4. Prévention

La prévention de l'hypoglycémie passe par une surveillance attentive pour diagnostiquer et prendre en charge le plus tôt possible les hypoglycémies (Center 2011). On porte particulièrement son attention sur la courbe de croissance et la présence de vocalises permanentes. Certains auteurs conseillent de limiter le nombre de chiots allaités par la mère (Dumon 2005).

La **glycémie** normale varie largement de 52 à 127mg/dL chez le chiot de 1 à 3 jours. En dessous de 40 mg/dL, le chiot est en **hypoglycémie**. Néanmoins, dès 92 mg/dL durant le premier jour le risque de mortalité augmente.

L'immaturation hépatique et rénale, les faibles réserves énergétiques et la forte demande métabolique favorisent fortement l'apparition d'hypoglycémie. Les chiots de faible poids à la naissance sont plus à risque. Une prise alimentaire fréquente et précoce est donc nécessaire.

Les **signes cliniques** sont variés ; abattement, arrêt de la tétée, hypotension ou encore signes neurologiques pouvant mener au coma et au décès.

Le **diagnostic** se fait à l'aide d'un glucomètre.

Le **traitement de l'hypoglycémie** passe par l'administration de solution de dextrose. Différentes voies d'administration sont utilisables selon la température du chiot. La voie sous-cutanée est à proscrire.

Les **4 principaux symptômes** touchant le chiot sont ; l'hypoxie, l'hypothermie, la déshydratation et l'hypoglycémie. Les 3 derniers sont parfois désignés ensemble en tant que « **triade** », où chacun des symptômes entraîne rapidement les autres (Figure 3). Un véritable cercle vicieux s'installe. Ces symptômes doivent toujours être recherchés et pris en charge chez n'importe quel nouveau-né malade, et faire l'objet de mesures de prévention chez les chiots sains.

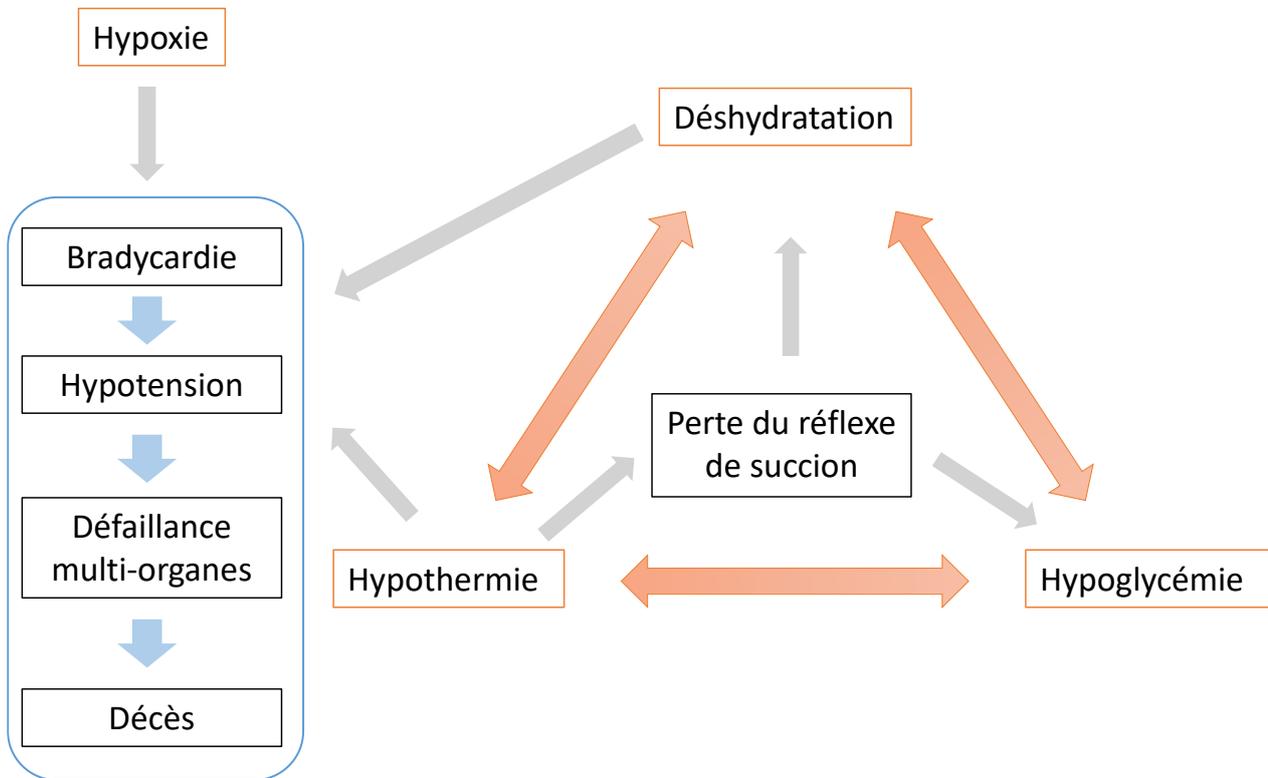


Figure 3 : Relations et conséquences de la triade et de l'hypoxie chez le chiot.

Source : Lepoultier Soline

II- Etiologie de la mortalité néonatale chez le chien

a. Facteurs liés à l'environnement

De bonnes conditions environnementales sont primordiales au maintien de la santé et du bien-être de la portée. Des erreurs dans l'aménagement et la gestion de cet environnement peuvent fortement augmenter les risques de mortalité néonatales (Pereira et al. 2022; Peterson 2011).

i. Localisation et aménagement de la maternité

La chienne et sa portée doivent être installées dans une maternité. Certains auteurs conseillent d'y faire emménager la chienne 2 semaines avant le part, pour qu'elle puisse s'y habituer. Néanmoins, ce délai est à adapter selon le tempérament de la chienne. L'arrêté du 3 avril 2014 relevant de l'article L214-6 du code rural et de la pêche maritime indique que l'installation peut se faire d'une à deux semaines avant la date prévue du part (MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORET 2016). Cette mesure vise à éviter tout stress chez la mère, puisque celui-ci peut engendrer une immunodépression, une diminution des compétences maternelles et de la production de lait (Pereira et al. 2022). Les chiennes stressées sont plus agitées et restent plus souvent debout, ce qui diminue les potentialités de tétées, et augmente les risques d'écrasement. Ainsi, le stress contribue dans certaines études à 8,6% des cas de mortalité néonatales (Konde et al. 2015). On choisira donc un environnement calme, non bruyant et qui n'est pas un lieu de passage (Pereira et al. 2022; Peterson 2011).

La maternité est un enclos dont la taille et l'agencement doivent être choisis judicieusement. S'il est trop vaste, les chiots sont plus à risque de s'éloigner de la mère et de développer une hypothermie, tandis que s'il est trop petit, les risques d'écrasement sont accrus. Des aménagements anti-écrasement, avec des barres latérales peuvent être mis en place (Figure 4). Les matériaux choisis doivent être facile à nettoyer et désinfecter. Des tissus doux et absorbant sont préconisés, pour éviter aux chiots de rester humides, on évite tout de même les amas de couverture dans lesquels les chiots ont du mal à se déplacer (Pereira et al. 2022; Peterson 2011).

En France, l'article L214-6 du code rural et de la pêche maritime fixe les règles sanitaires et de protection animales auxquelles doivent satisfaire les activités liées aux animaux de compagnie d'espèces domestiques. Les élevages canins en font partie et doivent à ce titre suivre des règles précises. Les locaux et installations dédiées à l'élevage doivent être appropriées pour assurer « l'hébergement, l'abreuvement, l'alimentation, le confort, le libre mouvement, l'occupation, la sécurité et la tranquillité des animaux détenus ». Le sol et les installations doivent être continus et faciles à nettoyer. Des locaux spécifiques doivent être aménagés pour la mise bas des femelles gestantes et de leurs portées. Un espace de 5m² et de 2m de hauteur par chien doit être disponible. Les femelles et leurs portées

peuvent être hébergées sur ces surfaces. Dans tous les cas, les individus doivent pouvoir se mouvoir librement. Les matériaux utilisés au contact des animaux sont « résistants, étanches, imputrescibles, non toxiques et facilement lavables » (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT 2016).

ii. Température et humidité ambiante

En outre, comme mentionné précédemment, les conditions de température et d'humidité doivent être optimales. La température est maintenue de 20 à 24°C si la mère est présente, et à environ 30°C la première semaine, puis 26,6°C de la deuxième à la quatrième semaine, dans le cas contraire (Grundy 2006; Münnich 2008; Pereira et al. 2022). Une température trop élevée, peut également constituer un facteur de stress de la mère (Peterson 2011). Certaines maternités comportent un nid avec un thermostat réglable, permettant d'adapter la température à l'âge des chiots. La chienne peut se reposer de son côté à une température plus faible et confortable (Figure 4). L'humidité est maintenue entre 55 et 65% (Fitzgerald, Newquist 2011). La maternité ne doit pas non plus être située à proximité d'une porte ou d'une fenêtre pour éviter au maximum les courants d'air pouvant provoquer une hypothermie chez les chiots.



Figure 4 : Chienne dans sa maternité accompagnée de ses chiots. Une lampe chauffante permet de choisir la température du nid et de l'ajuster à mesure que les chiots grandissent. Des rebords latéraux empêchent la mère d'écraser ses chiots.

Source : Centre d'étude et recherche en reproduction et élevage des carnivores, VetAgro Sup

Par ailleurs, l'article 214-6 du code rural et de la pêche maritime réglemente en France le maintien de ces paramètres ambiants. Les locaux doivent être dotés d'une aération efficace, d'un éclairage naturel complété si besoin, de systèmes de maintien et de contrôle de la température et de l'hygrométrie. La température de la maternité doit être adaptée

graduellement afin d'assurer le confort de la chienne et de sa portée (MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORET 2016).

iii. Hygiène

Étant donné l'immaturation du système immunitaire, les chiots sont plus sensibles aux agents pathogènes, de bonnes conditions d'hygiène sont donc nécessaires. Le nettoyage se fait à l'aide d'eau et de savon doux (Pereira et al. 2022). La désinfection doit être réalisée avec des désinfectants adaptés. Les produits iodés seront utilisés en tant que virucides tandis que les phénols sont utilisés contre les bactéries. L'eau de Javel est un désinfectant classique, les produits à base de chlore, de chlorhexidine, ou de peroxyde d'hydrogène peuvent aussi être utilisés. La désinfection se réalise en 3 étapes : nettoyage préalable, application de détergents puis d'un produit bactéricide ou virucide. Il convient d'attendre 10 minutes entre chaque étape. Il convient aussi d'isoler les malades (Dumon 2005).

La peau des chiots étant plus perméable que celle des adultes, l'absorption transcutanée des substances est augmentée. Il faut donc faire attention à ce que les produits d'hygiène, ne deviennent pas des toxiques. Ainsi, il est conseillé de ne pas abuser de ces désinfectants, et de respecter scrupuleusement les concentrations préconisées par le fabricant (Pereira et al. 2022; Peterson 2011).

Lorsque le taux de mortalité néonatale est élevé, une visite d'élevage visant à observer les conditions environnementales peut être bénéfique. Questionner l'éleveur sur les pratiques d'hygiène mises en œuvre est également judicieux (Peterson 2011).

Une fois de plus, l'article L214-6 régit les pratiques d'hygiène, et demande notamment d'établir un règlement sanitaire comprenant notamment un plan de nettoyage et désinfection des locaux et du matériel et les règles d'hygiène à respecter par le personnel. Le nettoyage doit se faire en séparant les flux propres et sales. Le plan de nettoyage doit mentionner la fréquence et les modes opératoires de nettoyage et désinfection. Des visites annuelles ou biennales par le vétérinaire doivent être mises en place selon la taille de l'élevage (MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORET 2016).

Certaines caractéristiques environnementales constituent des facteurs de risque de mortalité néonatale. Des visites d'élevages permettent de contrôler ces paramètres.

La maternité est un enclos de taille adaptée présentant des barres anti-écrasement et aménagé à l'aide de tissus doux, absorbants et séchant rapidement. Elle se situe dans un endroit calme, non isolé mais non passant.

Lorsque la mère est présente, la température ambiante doit être de 20 à 24°C et l'humidité de 55 à 65%.

L'entretien se fait en plusieurs étapes : nettoyage au savon doux, puis désinfection (eau de Javel, chlorhexidine, ou peroxyde d'hydrogène).

L'agencement, l'entretien et le maintien de paramètres ambiants adéquats est réglementé en France par l'article L214-6 et l'arrêté du 3 avril 2014 correspondant.

b. Facteurs liés à la mère

i. Age de la mère

L'âge de la mère influe sur différents facteurs de risque. Ainsi, les chiennes plus âgées sont plus à risque de dystocie et donnent plus souvent naissance à des chiots faibles. La mortalité néonatale des chiots issus de chiennes de plus de 6 ans est plus marquée (Mugnier et al. 2020). La glycémie à la naissance de ces chiots est plus faible, ce qui constitue un facteur de risque (Hanna Mila et al. 2017). Les chiennes trop jeunes, dont l'âge est inférieur à 2 ans, ou celles de plus de 8 ans donnent naissance à des chiots plus légers, et donc plus immatures (Groppetti et al. 2015; Pereira et al. 2022). Par ailleurs, les chiennes de plus de 7 ans ont 5,7 fois plus de chance de donner naissance à des chiots présentant des malformations congénitales (Estevam et al. 2022).

Les chiennes très jeunes, et très âgées doivent donc être écartées de la reproduction. Par ailleurs, on conseillera d'éviter de reproduire pour la première fois les chiennes âgées de plus de 6 ans, qui sont plus à risque de parts prolongés et de syndrome du chiot unique (Schrack et al. 2017). Les meilleurs résultats sont obtenus entre l'âge de 2 et 4 ans (Dumon 2005). Néanmoins il convient d'adapter ces intervalles à la race de la chienne concernée, une chienne de petit gabarit pourra se reproduire à un âge plus avancé qu'une chienne de race géante, vieillissant plus vite.

Il est à noter que l'âge minimal de mise à la reproduction est réglementé. Les chiennes concernées doivent être en bonne santé, avoir fini leur croissance et ne peuvent être reproduite qu'à partir de leur deuxième cycle sexuel (MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORET 2016).

Les chiennes âgées ont plus de risque de donner naissance à des chiots légers, faibles dont les réserves en glucose sont amoindries, ou à des chiots présentant des malformations congénitales. La fréquence des dystocies est aussi augmentée. Les chiennes primipares âgées de plus de 6 ans sont plus à risque de parts longs et de syndrome du chiot unique. Les chiennes trop jeunes (< 2ans) ont plus fréquemment des chiots légers.

Les meilleurs résultats sont obtenus entre 2 et 4 ans, mais il reste concevable de reproduire une chienne multipare sans risque jusqu'à 6 ans. L'âge idéal de mise à la reproduction est à nuancer selon la taille de la race.

ii. Compétences et caractères de la mère

1. *Les différents comportements maternels*

Les comportements maternels regroupent l'ensemble des actions de la chienne envers sa portée : préparation d'un nid, léchage, temps de contact, et allaitement (Lezama-García et al. 2019; Santos, Beck, Fontbonne 2020). La mise en place de ces comportements est principalement conditionnée par l'augmentation de la prolactine et de l'ocytocine lors du part. Ces changements hormonaux stimulent les comportements maternels, dont la préparation pour le part, le léchage des chiots ou le développement de la relation mère chiot (Lezama-García et al. 2019).

A la naissance, les chiots sont entièrement dépendants de leur mère. Des compétences maternelles diminuées constituent un réel risque pour leur survie (Uchańska et al. 2022). En effet, les mères anxieuses ou inexpérimentées ne laissent pas assez les chiots téter, ne stimulent pas leur miction et défécation, et peuvent présenter une agalactie transitoire, ce qui peut mener à un échec de prise de poids (Wilborn 2018; Peterson 2011). Elles peuvent aussi causer la mort traumatique de leur chiot par écrasement, par éviscération suite à un léchage compulsif (Dumon 2005), ou de manière accidentelle lors de la section du cordon ombilical (Lezama-García et al. 2019). Le rejet d'un ou deux chiots constitue un signe d'alerte les concernant : la mère trouve ces chiots anormaux. Lorsque la portée complète est mise à l'écart, l'attention doit être dirigée vers la mère qui présente potentiellement une condition douloureuse, stressante (mammite, métrite ou post-opératoire d'une césarienne notamment) ou des problèmes comportementaux (Kustritz 2005).

Des changements comportementaux anormaux peuvent conduire la chienne à tuer ses chiots, notamment en concassant leur crâne (Buergelt 2012). Le cannibalisme est aussi possible, la chienne mange son chiot après avoir provoqué sa mort. Dans certains cas, cela correspond à des stratégies visant à augmenter les chances de survie ; réduction d'une portée trop grande, rétablissement du ratio mâle femelle, élimination des chiots débilisés. Il

est alors parfois difficile de différencier un comportement normal d'un comportement nocif synonyme de troubles (Hoskins 2001; Lezama-García et al. 2019).

Certaines chiennes développent de l'agressivité envers les autres membres du foyer (humains et animaux). Les pleurs des chiots exacerbent cette réponse. Ce comportement nuit aux nouveau-nés, puisqu'il peut rendre impossible l'inspection des chiots par l'éleveur et donc ne permet pas un suivi optimal. Une sédation est donc parfois nécessaire (Kustritz 2005; Lezama-García et al. 2019).

2. Origine et facteurs prédisposants

Différents facteurs favorisent les comportements maternels anormaux. L'influence hormonale doit être notée. L'agressivité, par exemple, est encouragée par les effets de l'ocytocine : diminution des peurs et augmentation de l'agressivité envers les menaces. D'autres études associent le cannibalisme à de faibles taux sanguin d'ocytocine et de cholestérol (Lezama-García et al. 2019).

Les facteurs environnementaux tels que la température extérieure, la saison, ou les matériaux de la maternité influencent le temps passé au contact des chiots. Comme évoqué précédemment, une température trop élevée engendre du stress chez la mère, qui a alors tendance à moins se coucher avec ses chiots (Peterson 2011; Santos, Beck, Fontbonne 2020).

L'effet de la parité est ambigu. Les mères multipares, plus expérimentées, ont un comportement maternel augmenté en post-partum immédiat et sont moins affectées par le part (Santos, Beck, Fontbonne 2020). Elles prodiguent des soins constants à leurs chiots pendant les trois premières semaines de vies, tandis que l'on observe une augmentation graduelle des soins maternels chez les primipares. Les primipares, plus stressées, mettent plus de temps à acquérir les comportements maternels, et sont plus sujettes à l'agressivité et au rejet des chiots (Pereira et al. 2022). Néanmoins, elles passent finalement plus de temps à s'occuper de leurs chiots au bout de trois semaines (Guardini et al. 2015).

Les petites portées (un à cinq chiots) semblent être liées à de meilleures compétences maternelles, les mères pouvant s'occuper plus longtemps de chaque chiot individuellement (Santos, Beck, Fontbonne 2020). De plus, les grandes portées sont plus stressantes pour la mère et prédisposent donc à la négligence (Lezama-García et al. 2019)

Les interactions interspécifiques avec l'homme impactent négativement les compétences maternelles. Les chiennes ayant un fort lien avec l'humain ont tendance à moins bien s'occuper de leurs chiots (Santos, Beck, Fontbonne 2020). Retirer le chiot de la maternité et le porter pendant un courte période peut favoriser le rejet temporaire des chiots (Lezama-García et al. 2019).

3. Prévention et traitement

Limiter le stress de la mère, fournir des conditions environnementales adéquates et retirer de la reproduction les mères incompetentes constituent de bon conseils pour prévenir les risques liés aux comportements maternels (Santos, Beck, Fontbonne 2020). On laissera tout de même une chance aux chiennes primipares anxieuses, qui se révèlent par la suite être totalement compétentes (Kustritz 2005).

L'utilisation de collier libérant des phéromones canine ou collier DAP peut être utile pour calmer les mères anxieuses. Lors d'agression avérée, séparer les chiots dans une boîte en plastique réchauffée, ventilée et trouée permet à la mère de voir ses chiots et de s'habituer à leur présence tout en limitant les risques. La portée doit être sortie régulièrement sous surveillance pour assurer la tétée. 48 à 72h suffisent généralement pour que les mères primipares se calment (Rickard 2011).

Par ailleurs, l'administration d'ocytocine par voie intranasale semble améliorer les compétences maternelles chez les chiennes ayant subi une césarienne, cependant d'autres études sont nécessaires pour connaître la teneur de l'effet de l'ocytocine sur les comportements et permettre son utilisation pratique dans ce but (Santos, Beck, Fontbonne 2020).

Comportements maternels : ensemble des actions de la chienne envers sa portée ; préparation d'un nid, léchage, temps de contact et allaitement.

La mise en place de ces comportements est conditionnée par des changements hormonaux (prolactine, ocytocine), et est primordiale à la survie des chiots.

Des **comportements inappropriés** existent : refus de l'allaitement, absence de stimulation de la zone ano-génitale, traumatisme induits, cannibalisme, agressivité envers le foyer.

Différents facteurs conduisent à leur apparition :

- Facteurs hormonaux : l'ocytocine diminue les peurs et augmente l'agressivité, le cannibalisme est associé à de faible taux d'ocytocine et de cholestérol,
- Facteurs environnementaux : une température élevée diminue le temps de contact avec la portée,
- La taille de la portée,
- Les relations interspécifiques avec les propriétaires,
- La parité

La gestion de nombre de ces facteurs vise à diminuer le stress de la chienne. L'utilisation de collier libérateurs de phéromones ou l'administration d'ocytocine semblent être utile pour atténuer les comportements néfastes. Néanmoins, il convient de retirer de la reproduction les mères particulièrement incompetentes ou présentant des troubles du comportement avérés.

iii. Facteurs nutritionnels

La nutrition de la mère durant la gestation puis la lactation a un impact important sur la santé des nouveau-nés.

1. *Protéines et lipides*

La teneur en glycogène hépatique du chiot dépend particulièrement de l'alimentation de la mère durant la deuxième partie de la gestation (Dumon 2005). Une malnutrition maternelle durant cette période engendre une diminution de ces réserves hépatique de glycogène. Les chiots sont alors plus sensibles à l'hypoglycémie (Center 2011; Pereira et al. 2022), mais aussi à l'hypothermie (Dumon 2005). Une alimentation pauvre augmente le risque de produire des chiots faibles et diminue la qualité du colostrum, on observe alors un taux de mortalité supérieur (Pereira et al. 2022; Peterson 2011). Plus précisément, des carences en protéines durant la gestation sont associées à la naissance de chiots de faibles poids. Par la suite on observe aussi des hypogalacties, la prise de poids est alors d'autant plus difficile. Les carences en acide gras essentiels induisent des parts prématurés, un développement placentaire faible et de petites portées (Greco 2009).

A contrario, l'obésité chez la chienne est également un facteur de risque de dystocie : l'excès de graisse dans les tissus musculaires engendre une réduction des contractions utérines. L'obésité est alors associée à des taux de mortalité néonatale élevés (Greco 2009; Pereira et al. 2022; Uchańska et al. 2022). Surveiller la prise de poids, et le score corporel de la mère durant la gestation est donc primordial. La prise de poids ne doit pas excéder 15 à 25%. Immédiatement après le part, la mère doit peser 5 à 10% de plus que son poids idéal avant gestation (Greco 2009).

2. *Vitamines*

Les déséquilibres en minéraux et vitamines entraînent aussi des conséquences sur la santé des chiots. L'excès de vitamine A et D dans l'alimentation de la mère peut induire l'apparition de malformations congénitales. Ainsi, l'excès de vitamine A est associé à la naissance de chiots faibles, au développement de fentes palatines, ainsi qu'à des déformations de la queue ou des oreilles. L'excès de vitamine D a été associé notamment à une fermeture précoce des fontanelles, ou encore à des sténoses valvulaires cardiaques (Dumon 2005; Pereira et al. 2022). De plus, la supplémentation des mères en acide folique ou vitamine B9 semble prévenir l'apparition des fentes palatines et labiales dans certaines races brachycéphales (Guilloteau et al. 2006; Domosławska, Janowski, Jurczak 2013; Uchańska et al. 2022).

La vitamine K est nécessaire au fonctionnement de certains facteurs de coagulation, notamment la prothrombine (facteur II). Lorsque les aliments industriels sont mal conservés, on peut observer un déficit chez la mère, ce qui engendre une hypoprothrombinémie puis un syndrome hémorragique chez les chiots (Pereira et al. 2022). Ce syndrome touche les chiots âgés d'un à quatre jours et se caractérise par une léthargie, un affaiblissement, accompagné d'épistaxis, de pétéchies, d'ecchymoses ou d'hématurie. Le diagnostic se fait à l'aide des symptômes et de l'autopsie, qui révèle des hémorragies pulmonaires et des épanchements hémorragiques dans les grandes cavités. Le traitement de ce syndrome

consiste à administrer 0,01 à 0,1mg/j de vitamine K par voie intramusculaire. Si la taille des chiots le permet, il est parfois possible de réaliser une transfusion. La prévention passe par un stockage adéquat des aliments et un respect des dates de péremption. L'administration de vitamine K chez la mère durant les dix derniers jours de gestation est possible (Dumon 2005).

3. Déséquilibres minéraux

Concernant les minéraux, une carence en zinc est susceptible de provoquer une atrophie du thymus, puis un dépérissement du chiot (Roth 1987). Les carences en zinc, parfois associées à un apport protéique insuffisant, sont aussi impliquées dans le syndrome du lait toxique, bien que le plus souvent, celui-ci soit due à des mammites (Dumon 2005).

L'équilibre calcique joue également un rôle important. Physiologiquement, une diminution de la calcémie engendre la sécrétion de parathormone, ce qui provoque la libération de calcium osseux, l'augmentation de l'absorption intestinale et la diminution de l'excrétion rénale. Une alimentation trop riche en calcium engendre une diminution de la stimulation de la parathormone. La calcémie de la chienne devient dépendante de son apport alimentaire, et la résorption osseuse est très diminuée. Durant la lactation, les besoins en calcium étant élevés, cela peut provoquer une hypocalcémie puis une éclampsie (Smith 2011; Uchańska et al. 2022). Les signes cliniques sont variés : hyperthermie (supérieure à 39,7°C), tétanie, ataxie, crises convulsives voir mort (Fontaine 2012; Uchańska et al. 2022). Les chiennes touchées sont également prédisposées au cannibalisme (Kustritz 2005; Lezama-García et al. 2019). Le traitement passe par l'administration de calcium par voie intraveineuse et par l'allaitement artificiel des chiots. On surveillera particulièrement les petites races et races miniatures qui sont prédisposées (Fontaine 2012; Uchańska et al. 2022). De manière générale, les auteurs recommandent de ne pas compléter l'alimentation en calcium, pour éviter tout déséquilibre dans le métabolisme calcique, et prévenir la survenue d'une éclampsie (Greco 2009; Uchańska et al. 2022).

Différents facteurs nutritionnels chez la chienne impactent la santé des nouveau-nés.

Une **malnutrition** chez la mère entraîne une forte diminution des réserves de glycogène hépatique chez le chiot, un faible poids de naissance et donc un risque accru d'hypoglycémie et d'hypothermie. On observe aussi une diminution de la qualité colostrale et des hypogalacties, aggravant ces risques. L'**obésité** maternelle est associée à une plus forte prévalence de dystocies.

Vitamines :

L'excès de **vitamine A et D** ou encore un déficit de **vitamine B9** chez la mère est associée à l'apparition de malformations néonatales. Un déficit de **vitamine K** provoque l'apparition d'un syndrome hémorragique chez les chiots.

Minéraux :

Une carence en **zinc** peut provoquer une atrophie thymique puis un syndrome du dépérissement. Une alimentation trop riche en **calcium** perturbe le métabolisme calcique et peut mener à l'apparition d'une hypocalcémie puis d'une éclampsie.

Certaines carences peuvent être facilement corrigées soit par complémentation (vitamine K, B9), soit par le choix d'un aliment de qualité correctement stocké.

iv. Microbiote maternel

Le développement d'un microbiote maternel sain et complet est fondamental. D'une part, une transmission entéro-mammaire du microbiote intestinal maternel semble exister. Le microbiote maternel influe sur le microbiote du colostrum et donc du chiot. Or le développement d'un microbiote intestinal adapté chez le nouveau-né agit sur leurs chances de survie en réduisant le risque de maladies et en contribuant au maintien d'un bon état de santé. Une dysbiose peut ainsi conduire au développement de syndrome de dépérissement (Tal et al. 2021). D'autre part, le microbiote maternel joue un rôle sur la qualité immunitaire du colostrum, et donc sur l'immunité transmise au chiot à la naissance (Melandri et al. 2020; Kajdič et al. 2021; Uchańska et al. 2022).

L'administration de pré- et probiotiques chez la mère avant le part permet le développement d'un microbiote plus sain, adapté à l'environnement et d'un colostrum avec un meilleur pouvoir immunitaire. Une diminution de l'incidence des gastroentérites chez le chiot est alors observée. Une supplémentation dès 4 semaines avant le part présente un grand intérêt. Elle permet d'augmenter la production d'immunoglobulines G, impliquées dans la protection immunitaire systémique, et d'immunoglobulines A apportant une protection mucoale notamment intestinale. Ces dernières sont spécifiques des agents infectieux rencontrés dans l'environnement maternel, leur transmission aux chiots via le colostrum apporte donc une protection renforcée et adaptée (Melandri et al. 2020).

Par ailleurs, le développement du microbiote du chiot est également influencé par le type de part. Les chiots nés par voie basse présentent un microbiote contenant des bactéries vaginales tandis que, chez les chiots nés par césariennes, des bactéries issues de la cavité orale maternelle sont isolées également. Les chiots nés par voie basse ou par césarienne programmée ont un microbiote plus riche que ceux nés par césarienne d'urgence. Anticiper au maximum les césariennes est donc crucial (Kajdič et al. 2021; Zakošek Pipan et al. 2020).

Récemment, la découverte d'un microbiote placentaire chez certaines chiennes pose l'hypothèse d'une colonisation bactérienne intra-utérine des chiots (Zakošek Pipan et al. 2020).

Chez le chiot, une dysbiose peut rapidement conduire à des troubles digestifs et à un dépérissement. Le développement d'un microbiote diversifié et de qualité est primordial. Le microbiote du nouveau-né est influencé par le type de part ainsi que par le microbiote du colostrum.

L'administration de pré et probiotiques à la mère est un moyen d'améliorer le microbiote et la qualité immunitaire du colostrum.

v. Affections maternelles systémiques

Certaines affections systémiques présentes chez la mère peuvent constituer un facteur de risque de mortalité chez les chiots.

1. *Hypothyroïdie*

L'hypothyroïdie est une maladie endocrinienne fréquente qui peut engendrer diverses complications chez les chiennes gestantes. Lors du part, une diminution de la longueur et de l'intensité des contractions utérines sont observées, augmentant ainsi le risque de dystocies (Uchańska et al. 2022; Panciera, Purswell, Kolster 2007). Les chiots issus de ces chiennes, nés vivants, sont généralement plus faibles et légers. Le taux de mortalité néonatale associé est augmenté (Peterson 2011; Uchańska et al. 2022). Ainsi, ces chiots ont un poids à la naissance significativement plus faible que les chiots nés de mères saines, et leur poids reste inférieur pendant toute la période néonatale. La viabilité des chiots à la naissance, évalué par un score mis en place par les auteurs, est plus faible chez les chiots de mère hypothyroïdiennes (Panciera, Purswell, Kolster 2007). La complémentation des mères en lévothyroxine semble résoudre les problèmes de faible poids à la naissance et de mortalité périnatale augmentée (Uchańska et al. 2022; Panciera et al. 2012). La nécessité d'ajuster ou non le traitement est sujet à débat (Uchańska et al. 2022; Cecere, Purswell, Panciera 2020).

Dans la majorité des cas, l'hypothyroïdie canine est due à une thyroïdite lymphocytaire à médiation immune provoquant une destruction graduelle de la thyroïde. Une composante héréditaire existerait dans certaines races (Beagles ou Barzoi), tandis qu'une simple prédisposition raciale semble apparaître dans d'autres (Golden Retrievers, Pinscher, Schnauzers géants, dalmatiens...) (Panciera 2013). Chez les races présentant une composante héréditaire, la mise à la reproduction d'une chienne hypothyroïdienne est donc d'autant plus questionnable.

2. *Diabète gestationnel*

Chez la chienne gestante la progestérone stimule la sécrétion d'hormones de croissance. Ces deux hormones entraînent le développement d'une résistance à l'insuline, causant parfois un diabète sucré ou diabète gestationnel chez les chiennes gestantes. On observe alors une hyperglycémie persistante et une glucosurie chez la mère. Le diabète gestationnel est associé au développement de chiots plus gros et donc à un risque de dystocie augmenté (Uchańska et al. 2022; Buergelt 2012; Pereira et al. 2022).

L'hypothyroïdie augmente les risques de dystocie, de naissance de chiots faibles et légers, tandis que le diabète gestationnel conduit à l'apparition de chiots plus gros. Ainsi, prendre en compte les affections maternelles systémiques pour anticiper les complications potentielles est indispensable avant toute mise à la reproduction.

vi. Syndrome du lait toxique

1. *Etiologie*

Ce syndrome survient chez le chiot entre la naissance et deux semaines d'âge, et correspond à une intolérance des chiots au lait maternel. La contamination du lait est le plus souvent bactérienne et fait suite à différentes infections du tractus génital : mammites subclinique ou clinique, rétention placentaire ou dystocie se poursuivant par une métrite, ou infection vaginale. Les pathogènes les plus courants sont les staphylocoques, les streptocoques ou *Escherichia coli*. Cette affection est grave et mène rapidement à la mort de la portée si elle n'est pas détectée et prise en charge rapidement. (Uchańska et al. 2022; Fontbonne et al. 2007; Dumon 2005)

2. *Symptômes*

Les chiots intoxiqués s'affaiblissent rapidement et montrent des signes d'inconfort (vocalises et gémissements permanents). On observe des troubles digestifs tels que diarrhée, dilatation et ballonnements abdominaux, épreintes et ténésme. L'anus est œdématié et devient rouge à violacé, il est dit « en chou-fleur » (Dumon 2005; Uchańska et al. 2022; Fontbonne et al. 2007).

Les symptômes observés chez la chienne sont ceux de l'affection causale. Dans le cas, d'une mammite clinique, la mamelle est chaude, érythémateuse, gonflée et douloureuse à la palpation. Des sécrétions brunes malodorantes contenant du pu ou du sang peuvent apparaître (Kaszak et al. 2018). Lors de métrite on observe principalement des pertes vulvaires purulentes (Hebert, Bulliot 2019). Une atteinte de l'état général est possible, avec fièvre, abattement, anorexie, négligence des chiots et agressivité (Kaszak et al. 2018; Lezama-García et al. 2019; Fontbonne et al. 2007; Hebert, Bulliot 2019).

3. *Traitement*

Les chiots doivent être immédiatement séparés de la mère, et seront ensuite nourris avec un lait maternisé pendant 24 à 48 heures minimum et jusqu'à l'obtention d'un lait maternel bactériologiquement sain (Dumon 2005; Uchańska et al. 2022). Dans un premier temps, les chiots doivent être placés en couveuse pour remplacer la chaleur de la mère et éviter toute hypothermie. En cas de cyanose, une oxygénothérapie est mise en place. Une fluidothérapie et une antibiothérapie adaptées sont nécessaires dans certains cas. Les auteurs préconisent l'administration d'antibiotiques larges spectres (céphalosporine ou macrolides notamment) immédiatement et sans attendre le résultat de l'antibiogramme (Dumon 2005; Fontbonne et al. 2007).

Parallèlement, la mère doit être traitée pour la mammite associée. Une antibiothérapie doit être mise en place. On choisira un antibiotique à spectre large, si possible adapté au pH du lait et aux résultats de l'antibiogramme. Ainsi, différentes familles peuvent être utilisées : bêta lactamines, macrolides, association triméthoprime / sulfamides,

quinolones. Des soins locaux sont aussi nécessaires : vidange des mamelles touchées, nettoyage, application de compresses chaudes, et éventuellement application d'anti-inflammatoires (Kaszak et al. 2018; Fontbonne et al. 2007; Hebert, Bulliot 2019).

Si la guérison est lente, ou si des complications surviennent (rétention lactée, mammite aiguë), la lactation peut être définitivement stoppée et les chiots seront allaités artificiellement jusqu'au sevrage (Dumon 2005).

4. Prévention

La prévention de ce syndrome passe par le maintien d'une bonne hygiène environnementale et maternelle, et par la détection des différentes affections maternelles sous-jacentes. La détection précoce des mammites est primordiale et passe par un examen clinique complet et une palpation des mamelles quotidienne. Les signes de métrites et vaginites doivent être surveillés chez les chiennes ayant eu une mise bas laborieuse (Dumon 2005; Peterson 2011). L'émoissage des griffes des chiots en limitant les traumatismes au niveau des mamelles, permet également de réduire le risque d'apparition de mammites. Ecarter de la reproduction les femelles sujettes régulièrement aux mammites et vaginites peut être judicieux (Fontbonne et al. 2007).

Syndrome du lait toxique : intolérance au lait maternel survenant chez des chiots de 1 à 14 jours.

La contamination du lait est souvent bactérienne (staphylocoques, streptocoques et E. coli) et fait suite à des infections du tractus génital.

Les chiots montrent des signes d'affaiblissement, de troubles digestifs et un anus en chou-fleur. La chienne présente les symptômes liés à l'affection causale.

Les chiots doivent être séparés de la mère et nourris artificiellement. Des traitements symptomatiques et antibiotiques peuvent être nécessaires. L'affection maternelle doit aussi être traitée.

La prévention passe par le maintien d'une bonne hygiène et par la détection précoce des affections maternelles liées.

c. Facteurs liés au nouveau-né

i. Malformations congénitales

1. *Définition et importance*

Une malformation congénitale est une anomalie morphologique ou fonctionnelle présente dès la naissance et suffisamment sévère pour impacter la viabilité ou le bien-être du chiot. Ces défauts apparaissent pendant la gestation, particulièrement durant l'organogénèse (période du 29^e au 35^e jour) où les anomalies engendrées seront conséquentes, et la dernière période du développement fœtal (du 35^e jour à la naissance), période de maturation d'organes à croissance rapide tel que le palais, le cervelet ou certaines parties du système cardiorespiratoire et urinaire (Estevam et al. 2022; Casal 2012; Smith 2011). Certaines anomalies, la polydactylie par exemple, restent bénignes et n'impactent pas la vie du chiot, cependant une majorité des malformations constituent une cause majeure de mortalité néonatale (Uchańska et al. 2022).

Le taux d'incidence des malformations congénitales est très variable selon les études ; de 1 à 6,7%. Certaines anomalies sont souvent non détectées à la naissance ce qui réduit le taux. D'autre part, selon la population de l'étude, et notamment la proportion de chiots de race brachycéphale, ce taux peut également augmenter. Parmi ces chiots malformés, le taux de mortalité néonatale est supérieur et varie de 52 à 68%. Les causes de la mort de ces chiots sont multiples ; inconnue, euthanasie, bronchopneumonie par fausse déglutition, défaillance cardiovasculaire (Pereira et al. 2019; Estevam et al. 2022).

2. *Etiologie*

Les causes des malformations congénitales sont multiples, et multifactorielles. Cependant, de nombreux mécanismes restent encore non élucidés.

Dans un premier temps, des facteurs génétiques sont impliqués. La sélection génétique au sein des races augmente l'homozygotie et diminue la diversité génétique, ce qui contribue à l'augmentation du nombre de malformations génétiques. La consanguinité est donc également un facteur de risque important (Pereira et al. 2019; 2022). Les chiens de race et particulièrement, les races brachycéphales sont les plus touchées, et ont 3 à 5 fois plus de chances de donner des chiots présentant des malformations. Dans cette même étude, 87% des portées touchées sont des portées de race brachycéphales (Estevam et al. 2022). Les mécanismes et origines précis restent toutefois souvent inconnus.

Ensuite, la prise en compte des agents tératogènes est primordiale. Des médicaments tels que les corticoïdes, les antifongiques, les progestatifs ou certains antibiotiques peuvent induire l'apparition d'anomalies congénitales. Certains polluants, métaux lourds, insecticides (carbaryl) et toxiques sont également tératogènes (Pereira et al. 2019; Dumon 2005; Estevam et al. 2022).

Des virus, tel que le parvovirus CPV-1 ou l'herpès virus canin sont suspectés d'être à l'origine de malformations congénitales.

Tel que présenté auparavant, l'excès de vitamine A ou D ou encore des carences en folates sont corrélées à l'apparition de malformations, notamment de fentes palatines.

Certains auteurs pointent également l'impact de la région dans l'apparition des malformations congénitales. Les agents tératogènes rencontrés, les pratiques d'élevages et les lignées peuvent varier et faire varier les prévalences de ces malformations (Estevam et al. 2022).

3. Exemples communs

3.1. Anasarques

L'anasarque est un défaut congénital correspondant à un œdème sous-cutané généralisé associé au développement de transsudat dans les grandes cavités (Figure 5). Il s'agit d'une condition héréditaire dont la transmission serait prioritairement récessive. Par ailleurs, l'infection par le parvovirus CPV-1 en fin de gestation pourrait figurer parmi les agents causaux (Dumon 2005). On la retrouve surtout chez les Bouledogues anglais et français, les Carlins et les Boston Terriers. Les chiots touchés présentent souvent des anomalies cardiaques congénitales (Smith 2011). Cette anomalie favorise les dystocies et la naissance de chiots morts-nés. Malheureusement, il n'existe pas de traitement efficace pour les chiots nés vivants (Dumon 2005).



Figure 5 : Anasarque. Ce chiot bouledogue miniature a un œdème sous-cutané diffus généralement associé à l'anasarque.

Source : Smith 2011 (Autorisation accordée par l'éditeur)

3.2. Fentes palatines et labiales

Les fentes palatines et labiales, ou palatoschisis, correspondent à un défaut de soudure des tissus du palais primaire ou secondaire menant à une communication entre la cavité nasale et orale (Figures 6, 7 et 8). Ces anomalies sont d'origine multifactorielles et peuvent être dues à la fois aux facteurs génétiques, avec une forte prévalence chez les races brachycéphales, et à des agents tératogènes tel que des antifongiques (griséofulvine) ou les anti-inflammatoires (corticoïdes, aspirine). Des déséquilibres nutritionnels sont également mis en cause (Smith 2011; Roman et al. 2019), notamment des carences en folates chez la mère. Une complémentation en acide folique a permis d'observer une diminution de la prévalence de ces anomalies chez des Chihuahua, Carlin ou encore des Bouledogues français (Domosławska, Janowski, Jurczak 2013; Guilloteau et al. 2006).

Il s'agit des anomalies les plus courantes, elles touchent 2,8% des chiots (Pereira et al. 2022). Leur détection se fait directement par ouverture de la cavité orale ou par l'observation de signes associés tel qu'un jetage de lait par les narines, de la toux ou des éternuements. La perforation du palais empêche la création d'un vide et donc d'une succion correcte. Le chiot a de fortes difficultés à téter et sa consommation de lait est presque inexistante. De part, la communication des voies respiratoires et digestives, le risque de fausses déglutition pouvant mener à des bronchopneumonies, au dépérissement puis au décès du chiot est accru (Uchańska et al. 2022).



Figure 7 : Palais normal.

*Source : Wilborn 2018
(Autorisation accordée par l'éditeur)*



Figure 6 : Fente palatine.

*Source : Wilborn 2018
(Autorisation accordée par l'éditeur)*



Figure 8 : Fente labiale.

Source : Wilborn 2018

(Autorisation accordée par l'éditeur)

Lors de lésion discrète, un traitement chirurgical est possible et se base sur la fermeture de la lésion. Ce traitement est lourd et n'est réalisable qu'à partir de 3 mois d'âge. En effet, la manipulation des tissus du palais chez les patients très jeunes affecte la croissance maxillofaciale. L'éruption dentaire pourrait éventuellement interférer avec la réparation chirurgicale effectuée, certains auteurs préconisent donc d'attendre l'apparition des canines et incisives. La forme du crâne et les variations de proportions selon les races est aussi prise en compte (Fiani, Verstraete, Arzi 2016; Peralta et al. 2018). L'objectif est donc de maintenir le chiot en vie et en bonne santé jusqu'à la chirurgie. Pour cela, une réalimentation par sondage doit être réalisée avant et après la chirurgie pour permettre une cicatrisation adéquate (Dumon 2005). La prise en charge chirurgicale nécessite donc un fort investissement du propriétaire, et peut être difficile pour un propriétaire novice. Concernant les cas plus graves, l'euthanasie reste parfois la meilleure décision.

3.3. Hydrocéphalie

L'hydrocéphalie est une dilatation du système ventriculaire causée par une accumulation du liquide céphalo-rachidien. La pression intracrânienne augmente et cause des lésions sur le tissu cérébral, qui ne se développe pas ou s'atrophie. On observe un élargissement du crâne en forme de dôme, des fontanelles ouvertes et parfois une déviation ventrolatérale des orbites (Figure 9). La formation d'un crâne en dôme n'est possible que si l'accumulation de liquide est suffisamment importante avant la fermeture des fontanelles. On soulignera que cette malformation peut être d'origine congénitale mais aussi acquise (Blythe 2011).

Cette malformation, relativement courante (prévalence de 1,5%), est associée à un taux de mortalité néonatale relativement faible. Cela est due à la forte variabilité des manifestations cliniques associées. Lorsque l'hydrocéphalie se développe in utero la taille augmentée du crâne peut engendrer des disproportions fœto-maternelles et donc une dystocie. Certains patients sont asymptomatiques, d'autres présentent un front bombé, tandis que d'autres montrent des signes neurologiques marqués (crises convulsives, déficits proprioceptifs ou absence de réflexes à la menace par exemple). Des cas de morts subites sont aussi rapportés. Cette malformation est fréquemment associée aux petites races brachycéphales comme les Chihuahua, les Pékinois, les Carlins, les loulous de Poméranie ou encore les Cavaliers Kings Charles (Pereira et al. 2019; Dumon 2005; Blythe 2011).

Chez les nouveau-nés, le diagnostic peut être appuyé par la réalisation d'échographie crânienne au niveau de la zone d'ouverture des fontanelles. L'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique est un très bon outil diagnostique chez les patients plus âgés. Chez les nouveau-nés, l'anesthésie nécessaire à sa réalisation peut être risquée.



Figure 9 : Hydrocéphalie chez un chiot nouveau-né.

*Source : Pereira et al. 2019
(Autorisation accordée par l'éditeur)*

Les traitements médicamenteux utilisés font intervenir les corticoïdes de 0,25 à 0,5 mg/kg deux fois par jour, qui arrête la progression de l'hydrocéphalie, et soulage l'œdème cérébral associé. La dose est ensuite progressivement diminuée selon l'amélioration observée. Si le traitement médical n'est pas suffisant, une chirurgie par pose d'un shunt ventriculo-péritonéal est réalisable, bien après la période néonatale. Les complications sont

nombreuses (obstruction, changement de la taille du shunt après croissance de l'animal, infection) (Blythe 2011).

Par ailleurs, de nombreuses autres malformations neurologiques touchant l'encéphale existent. On peut citer par exemple, l'anencéphalie (absence d'hémisphère cérébraux), ou l'hydranencéphalie (absence de matière blanche engendrant le remplacement des hémisphères cérébraux par des poches remplies de liquide céphalo-rachidien). Ces conditions engendrent souvent la mort du fœtus *in-utéro*, néanmoins la naissance de chiots vivant est possible. La mort survient dans les heures suivant la naissance (Blythe 2011).

4. Conduite à tenir

D'une manière générale, on limite au maximum l'administration de drogues chez la chienne gestante. Si une molécule n'est pas testée sur les femelles gestantes, il est conseillé de ne pas les utiliser dans la mesure du possible (Casal 2012; Smith 2011).

La prévention de ces malformations passe par la sélection des parents. On ne reproduira pas un mariage ayant déjà produit des chiots avec des malformations.

La détection des malformations congénitales est primordiale pour évaluer la viabilité d'un chiot. L'examen clinique rapproché dès la naissance permet déjà de repérer les malformations les plus courantes. Certaines anomalies sont manifestes (anasarkes, anencéphalie), d'autres doivent être recherchées. On s'attardera sur la détection des hernies ombilicales, des imperforations anales, des fentes palatines et labiales, la conformation des organes uro-génitaux, et la conformation du crâne. Selon les anomalies trouvées, la décision à prendre varie, certaines imposent l'euthanasie, tandis que d'autres peuvent être prises en charge (Dumon 2005). Dans le cadre d'un chiot malade, qui s'affaiblit, il faut penser aux anomalies non décelables par simple examen clinique. Les chiots morts rapidement sans raison apparente doivent donc faire l'objet d'une autopsie (Pereira et al. 2022). On rappelle que certaines anomalies congénitales non diagnostiquées à la naissance ont des répercussions cliniques plus tardives, durant la période pédiatrique notamment et ne sont donc pas responsables de mortalité néonatale.

Malformation congénitale : anomalie morphologique ou fonctionnelle présente dès la naissance et suffisamment sévère pour impacter la viabilité ou le bien-être du chiot.

Elles touchent 1 à 6,7% des chiots et la mortalité néonatale parmi ces chiots grimpe autour de 52 à 68%.

Les causes sont multifactorielles ; des facteurs génétiques, nutritionnels, infectieux ou encore des agents tératogènes sont à prendre en compte.

Le diagnostic fait appel à un examen rapproché dès la naissance. Parmi les exemples les plus communs on retrouve les *anasarques*, les *hydrocéphalies* ou encore les *fentes palatines et labiales*. Il convient en plus de vérifier systématiquement à la naissance la présence d'hernies ombilicales, de fontanelles ouvertes, d'imperforation anale.

A noter que toutes les malformations ne sont pas visibles à la naissance et toutes les malformations ne sont pas dangereuses pour la santé. Certaines peuvent faire l'objet d'une prise en charge, tandis que d'autres restent non viables.

ii. Poids à la naissance

1. *Faible poids de naissance*

Le poids à la naissance d'un nouveau-né conditionne en partie ses chances de survie. Un faible poids de naissance est un facteur de risque de mortalité néonatale majeur. Ainsi, dans une étude de Mila et al 81,1% des chiots décédés durant les premières 48h sont de faible poids de naissance. Après 2 jours de vie, la mortalité néonatale est plutôt influencée par le taux de croissance. Le suivi du poids prend alors une importance capitale et sera abordé plus précisément dans la suite de ce travail (Mila, Grellet, et al. 2015).

Un chiot est considéré de faible poids à la naissance si son poids est en dessous d'un certain seuil. La définition de ce seuil varie selon les auteurs. On comptabilise classiquement les 25% des chiots les plus légers au regard de la race, ou de la portée elle-même (Lawler 2008; Mugnier et al. 2019; Pereira et al. 2022). Cependant, le seuil des 10% des chiots les plus légers au regard de la race est également souligné et permettrait comme en médecine humaine de distinguer les individus de faible poids à la naissance (Mugnier et al. 2019).

Les chiots de faibles poids à la naissance sont plus immatures physiologiquement et l'adaptation à la vie extra-utérine est plus difficile. Ils ont des réserves énergétiques diminuées, ont un système de thermorégulation particulièrement déficient et perdent plus rapidement leur chaleur corporelle, ce qui les prédisposent à l'hypothermie et à l'hypoglycémie. Leurs scores de vitalité et leur glycémie à la naissance sont plus faibles (Hanna Mila et al. 2017). Ils ont souvent un réflexe de succion diminué à absent, sont moins vigoureux et donc désavantagés pour atteindre la mamelle. Les chances d'une prise de

colostrum et donc d'un transfert d'immunité adéquat sont réduites. Plus l'hétérogénéité d'une portée est forte, plus la mortalité dans les deux premiers jours de vie des chiots de faible poids à la naissance augmente (Mugnier et al. 2020; 2019; Pereira et al. 2022; Kusse, Birhanu, Ayele 2018).

Le poids de naissance d'un chiot est influencé par différents paramètres (Mugnier et al. 2019; 2020) ;

- la catégorie de taille de la race ; petite, moyenne, grande ou géante,
- la race elle-même dans une même catégorie de taille,
- la taille de la portée ; on retrouve plus de chiots de faible poids dans les grandes portées,
- le sexe ; les mâles sont généralement plus lourds,
- le poids de la mère : un chiot pèse 1 à 3% du poids de sa mère (Reyes-Sotelo et al. 2021). Cet indicateur est lié à l'alimentation maternelle ; une carence en protéine est souvent liée à la naissance de chiots de faible poids (Greco 2009).

L'effet de l'âge de la mère fait débat, certains auteurs observent que les mères trop jeunes ou trop âgées semblent donner naissance à des chiots plus légers (Groppetti et al. 2015). D'autres, ne constatent pas ce lien mais seulement une diminution des chances de survie chez les chiots de faible poids nés de mères âgées (Mugnier et al. 2020).

2. Conduite à tenir

La prise en charge précoce de ces chiots est indispensable. Cependant un paradoxe subsiste puisque seulement 25% des éleveurs perçoivent le faible poids de naissance comme un facteur de risque de mortalité néonatale. Informer et sensibiliser sur ce risque est donc primordial, pour permettre ensuite l'amélioration des soins (Mugnier et al. 2021).

Lors de la pesée d'un chiot à la naissance il faut replacer le chiot dans les poids standards de sa race (Tableau 1), et comparer les poids des chiots de la portée pour identifier au mieux les chiots à risque (Mugnier et al. 2019).

Taille de la race	Poids moyen à la naissance (g)	Intervalle de poids à la naissance (g)
Naine	80	42-200
Petite	120	100-300
Moyenne	240	200-400
Grande	480	400-500
Géante	700	600-800

Tableau 1 : Poids normal à la naissance selon la taille de la race.

Source : Lopate, Seksel 2012 (Autorisation accordée par l'éditeur)

Une fois ces chiots identifiés, des soins spécifiques et renforcés doivent être mis en place par l'éleveur. Un bon suivi de la prise de poids et des prises alimentaires ont un impact positif sur le taux de survie. Les chiots à risque doivent être pesés entre 12 et 24h, puis tous les jours jusqu'à l'observation d'un gain de poids consistant. Il est aussi intéressant de peser les chiots avant et après prise alimentaire.

L'allaitement doit être surveillé en parallèle, voir assisté ; l'identification des chiots n'ayant pas accès à la mamelle est primordial. Si le gain de poids est inapproprié, on apporte une supplémentation alimentaire. L'utilisation d'un biberon est préférable. Toutefois, les chiots dont le réflexe de succion est défaillant doivent être réalimentés par sondage oro-gastrique (Pereira et al. 2022; Lawler 2008). Les besoins énergétiques d'un chiot évoluent au fil des semaines (Tableau 2). Chez les chiots de faible poids de naissance, ou présentant une perte de poids à la naissance de plus de 10%, certains auteurs préconisent la mise en place d'une supplémentation alimentaire. On donnera 20% du poids sur 24h en 6 à 8 repas (Münnich, Küchenmeister 2014). Plus précisément, il est recommandé de nourrir les chiots toutes les 3 à 4h durant la première semaine, puis toutes les 4 à 6h ensuite (Grundy 2023).

Age (semaines)	Besoins énergétiques (kcal/100g/day)
1	12 à 15
2	15 à 20
3	17,5 à 20
4	> 18 - 20

Tableau 2 : Besoins énergétiques d'un chiot durant la période néonatale.

Source : Soline LEPOULTIER d'après Casal 2010a; Lopate, Seksel 2012.

Par ailleurs, une prise de colostrum correcte doit être assurée dès la naissance. La privation de colostrum prédispose particulièrement les chiots de faible poids de naissance aux septicémies et aux entérocolites nécrotiques (Lawler 2008).

Un chiot est considéré de **faible poids à la naissance** s'il fait partie des 10 à 25% des chiots les plus légers de la race, ou des 25% les plus légers de sa portée.

Ces chiots ont des réserves énergétiques et des capacités de thermorégulation diminuées les rendant plus sensibles aux **épisodes d'hypothermie et d'hypoglycémie** et donc au risque de mortalité néonatale. Ce sont des chiots immatures, souvent moins vigoureux dont les scores de vitalités sont diminués.

Ce poids de naissance est influencé par des facteurs raciaux, maternels, ou encore par la taille de la portée ou le sexe.

Une prise en charge précoce est nécessaire et passe par un suivi du gain de poids et des prises alimentaires. Une supplémentation alimentaire doit être fournie si l'apport maternel est insuffisant.

iii. Transfert passif d'immunité

1. *Physiologie et importance*

Les chiots, incompetents immunologiquement à la naissance, sont presque dépourvus d'immunoglobulines. Ils sont donc totalement dépendants de la prise de colostrum. Ce transfert d'immunité passive est nécessaire et est fortement corrélé à la mortalité néonatale canine (Mila et al. 2014).

Le colostrum est une sécrétion mammaire produite durant les deux premiers jours post-partum, contenant majoritairement des immunoglobulines et des nutriments. Il se distingue du lait par sa teneur élevée en immunoglobuline G (20 à 30 g/L), environ 3 fois plus élevées que la concentration sanguine de la mère. Les IgG sériques de la mère s'accumulent dans les tissus mammaires durant les dernières semaines de gestation via la fixation à des récepteurs spécifiques. Lors du part, ces IgG sont relargués dans les premières sécrétions mammaires (Mila, Feugier, et al. 2015; Chastant-Maillard et al. 2017).

La composition colostrale diffère de celle du lait par la proportion respective des différentes immunoglobulines. Les IgG sont majoritaires (60 à 75%) et servent l'immunité systémique. Les IgA, impliquées dans l'immunité locale sont absorbées puis sécrétées au niveau des muqueuses, notamment respiratoires et digestives. Elles représentent 16 à 40% des immunoglobulines colostrales, contre 90% dans le lait. Par ailleurs, le colostrum contient aussi des immunoglobulines M, des facteurs antibactériens (lactoferrine, lysozyme) associées à des cytokines, et des cellules de la lignée blanche (macrophages, lymphocytes et neutrophiles) contribuant à l'immunité du chiot. Des hormones et des facteurs de croissance jouent un rôle dans la maturation de certains organes et contribuent au développement du chiot (Chastant-Maillard et al. 2017; Uchańska et al. 2022; Chastant, Mila 2019).

Le colostrum joue aussi un rôle énergétique et contient environ 1 300 à 1800 kcal/L. Il apporte autant d'énergie que le lait, et les variations entre chiennes sont plus limitées, on note cependant que les chiennes de petites races présentent un colostrum 10% plus énergétique (Chastant-Maillard et al. 2017).

Un apport de colostrum est adéquat si le colostrum est de bonne qualité, pris au bon moment, et en quantité suffisante.

La qualité du transfert passif d'immunité est évaluée par la mesure de la concentration sérique en IgG chez le chiot à deux jours d'âge. En dessous du seuil de 2,3g/L, le chiot est en déficit de transfert immunitaire. Environ 18,1% des chiots sont touchés ; leur taux de mortalité néonatale est alors de 44% contre 4,9% chez les chiots dont la concentration est au-dessus du seuil. (Mila et al. 2016; 2014). Ce transfert peut aussi être évalué par la mesure des gamma-glutamyltransférase (GGT) à 2 jours d'âge. En effet, chez le chiot la concentration en GGT est quasi-nulle tandis que dans le colostrum elle est 10 fois

supérieure à la concentration sanguine maternelle. Par conséquent toute augmentation des GGT chez le chiot est le reflet de l'ingestion du colostrum. Ainsi, en dessous du seuil de 62 U/L, le chiot est en déficit. Néanmoins, ces méthodes requièrent toute un prélèvement sanguin, parfois difficile à obtenir chez les nouveau-nés. En pratique, un suivi de poids étroit durant les 2 premiers jours peut aussi être utilisé comme indicateur. Un gain de poids inférieur à -2,7% permet d'identifier les échecs de prise de transfert immunitaire (Chastant, Mila 2019).

2. Qualité

La qualité immunologique du colostrum est évaluable en partie via sa concentration en immunoglobuline G, principale immunoglobuline contenue. La richesse en IgG du colostrum varie grandement selon les chiennes, et selon les mamelles de chaque chienne. Ainsi pour une même chienne, les concentrations d'IgG les plus élevées et les plus faibles mesurées par paires de mamelles diffèrent en moyenne d'un facteur de 5,9. Néanmoins, aucune paire ne sécrète systématiquement un colostrum plus riche (Chastant-Maillard et al. 2017). Par ailleurs les chiots tètent différentes mamelles et ne semblent pas s'approprier une tétine en particulier (Chastant, Mila 2019). Un déficit de transfert ne peut donc pas être attribué à la tétée d'une mamelle fournissant un colostrum de mauvaise qualité.

Après le part, la production laitière augmente et dilue progressivement le colostrum. Lors de part long, les chiots peuvent donc avoir accès à un colostrum moins concentré. L'ordre de naissance peut donc impacter la qualité du colostrum reçu, le dernier né aura potentiellement accès à des mamelles déjà têtées avec un colostrum moins riche immunologiquement. Cependant, l'âge de la mère, la taille de la race, la taille de la portée, la concentration sanguine de la mère en IgG ou encore la mamelle ne sont pas corrélés à la concentration colostrale en IgG.

La concentration colostrale en IgG est mesurée classiquement en laboratoire (test ELISA), procédure longue non adaptée à une utilisation en élevage. La réfractométrie est une technique porteuse d'espoir, et permettrait éventuellement une appréciation qualitative de la qualité colostrale. Cependant, Il faut noter qu'à ce jour, aucune valeur seuil de concentration colostrale en IgG n'a été déterminée pour définir la bonne qualité immunologique d'un colostrum (Mila, Feugier, et al. 2015).

Par ailleurs, dans certaines études, la concentration colostrale en IgG moyenne de la mère et la concentration sérique en IgG des chiots ou le taux de mortalité ne sont parfois pas corrélés. Cette relation pourrait être masquée par des facteurs ayant plus d'impact tel que la rapidité de la prise, ou la quantité ingérée, suggérant ainsi que la qualité du colostrum ne semble pas être un facteur limitant fréquent (Mila et al. 2014; 2016; Chastant, Mila 2019).

3. Rapidité d'ingestion

A la naissance, le taux maximal d'absorption des IgG est plutôt faible et est de 40%. Ce taux est divisé par deux au bout de 4h de vie. Cette chute d'absorption est causée par la fermeture de la barrière intestinale. Il s'agit de l'arrêt de l'absorption de macromolécules du tractus intestinal vers le compartiment vasculaire. Ainsi, chez le chiot, cette barrière reste perméable principalement pendant les 12 premières heures de vie, avec une fermeture partielle brutale à 4h de vie. Cependant, chez les chiots n'ayant pas tété, étant à jeun, un retard de fermeture de la barrière est possible (Chastant-Maillard et al. 2012).

La fermeture de la barrière est partiellement provoquée par les hormones colostrales, notamment l'insuline et le cortisol, et permet aussi de limiter la pénétration d'agents infectieux, et donc de protéger le chiot des septicémies (Chastant-Maillard et al. 2017).

Par ailleurs, le rôle immunologique du colostrum ne s'arrête pas à la fermeture de la barrière intestinale. En effet, les immunoglobines contenues dans le colostrum puis le lait participent ensuite à la l'immunité digestive locale (Chastant-Maillard et al. 2017).

4. Quantité ingérée

La quantité ingérée dépend de facteurs maternels. La morphologie des tétines peut les rendre plus ou moins faciles à téter. Le comportement maternel influe également, la mère doit laisser téter les chiots, et ce, pendant suffisamment longtemps. (Mila et al. 2014)

La quantité produite par la chienne n'est pas connue et seulement estimée à partir de la production laitière, à 2,7% en moyenne du poids de la mère. Un chiot doit consommer environ 1,3mL de colostrum pour 100g de poids pour obtenir un transfert d'immunité correct (soit une concentration sérique en IgG supérieure à 2,3g/L). La capacité gastrique d'un nouveau-né, de 4mL/100g, permet totalement cette prise. Les besoins énergétiques sont bien supérieurs (12ml/100g de chiot). Une chienne de 10kg produit donc théoriquement assez de colostrum pour nourrir 11 chiots de 200g. En pratique, la quantité produite de colostrum ne semble pas être un facteur limitant majeur (Chastant-Maillard et al. 2017; Chastant, Mila 2019).

5. Conduite à tenir

La prévention passe par la surveillance immédiate de la portée après la naissance pour vérifier que les chiots tètent correctement. Ensuite, la détection des chiots ayant eu un déficit est cruciale. Le taux de croissance durant les 2 premiers jours, corrélé à la concentration sérique en IgG du chiot, est un bon indicateur. Ainsi, 40% des chiots dont le taux de croissance est négatif durant les deux premiers jours sont en déficit de transfert immunitaire. Les chiots doivent donc être pesés régulièrement (Mila et al. 2014; 2016) .

Lorsque la prise de colostrum est insuffisante, les chiots doivent être nourris à l'aide d'un substitut, par biberonnage ou par sondage oro-gastrique. Le colostrum canin congelé

prélevé chez une chienne avant son 2^e jour de lactation constitue la meilleure alternative possible. Cela permet le transfert immunitaire mais également le transfert d'hormones, seules les cellules sont détruites. Le colostrum doit être décongelé puis chauffé à 37°C au bain marie préférentiellement. La quantité à administrer est de 1,5mL pour 100g. Les sécrétions de pseudo-gestation sont significativement plus concentrées en IgG que le lait. L'administration de ces sécrétions en tant que substitut au colostrum a été évoquée mais l'efficacité du transfert immunitaire associé n'a pas été évaluée (Chastant, Mila 2019).

Du sérum de chien adulte administré par voie parentérale permet éventuellement un transfert immunitaire correct (soit une concentration sérique en IgG > 2,3g/L). La quantité à administrer varie de 20 à 40 mL/100g par voie sous cutanée (Daniels, Spencer 2011; Chastant, Mila 2019). Néanmoins, des lésions sévères sont associées à cette voie (formation de poches liquidiennes sous-cutanées, nécrose cutanée). L'administration par voie orale de ce sérum ne semble pas efficace immunologiquement. Néanmoins, elle n'est pas dénuée d'intérêt. Une supplémentation à base plasma canin permet une augmentation du gain de poids chez les chiots de grande race, une augmentation de la diversité du microbiote intestinal, améliorant la réponse immunitaire et à tendance à réduire le risque de maladie chez le chiot (H Mila et al. 2017). Par ailleurs, il est préférable d'utiliser le sérum d'un chien vivant dans le même environnement afin d'obtenir une protection plus spécifique de ce milieu (Uchańska et al. 2022).

L'administration de lait canin ou de lait industriel n'a aucun intérêt immunologique net, tout comme le colostrum bovin qui ne contient pas les immunoglobulines dirigées vers les principaux pathogènes canins. Par ailleurs, la vaccination de volailles contre des agents pathogènes canins permet la production de manière non invasive d'une grande quantité de jaune d'œuf contenant de fortes concentrations d'immunoglobulines canines. Les types d'agents pathogènes visés sont théoriquement larges et comprennent des bactéries (salmonelles, E.coli), des virus (CHV1, CPV-2, coronavirus canin), et des parasites (Giardia). Actuellement, un complément au colostrum commercialisé par Royal Canin, le PuppyProtech, est disponible et contient de la poudre d'œuf avec des IgY spécifiques d'E.coli et du CPV-2. Les chiots de grande race ayant reçu de tel ovoproduits avant la fermeture de leur barrière intestinale présentent un taux de croissance significativement plus élevé (H Mila et al. 2017). Néanmoins, la demi-vie de ces IgY reste inconnue chez le chiot et est probablement très courte. A titre d'exemple, chez le porcelet, les IgY persistent dans la concentration sanguine pendant seulement 1,85h contre 12 jours pour les IgG. Malgré le fait que l'efficacité immunologique réelle est incertaine, les ovoproduits restent tout de même le compromis le plus prometteur pour allier intérêt immunologique et calorique (Chastant, Mila 2019).

De plus, couvrir tous les besoins, aussi bien énergétiques que immunologiques peut être difficile. Les laits maternisés sont parfois beaucoup moins énergétiques que le colostrum (500 à 1500kcal/L) (Chastant-Maillard et al. 2017).

Les chiots sont incompétents immunologiquement à la naissance et la placentation endothéliochoriale ne permet que très peu le passage d'immunoglobulines. Les nouveau-nés sont donc dépendant de la prise de colostrum, qui permet un transfert passif d'immunité.

Colostrum : sécrétion mammaire produite durant les 2 premiers jours post-partum contenant majoritairement immunoglobulines et nutriments. Son rôle est donc immunologique et énergétique.

Le transfert passif d'immunité est bon lorsque la concentration sérique d'IgG chez le chiot à 2 jours est supérieure à 2,3g/L. Pour cela la prise d'un colostrum doit respecter la règle des 3Q (Figure 10). En pratique, la quantité et la rapidité d'ingestion sont les deux facteurs d'influence majoritaires.

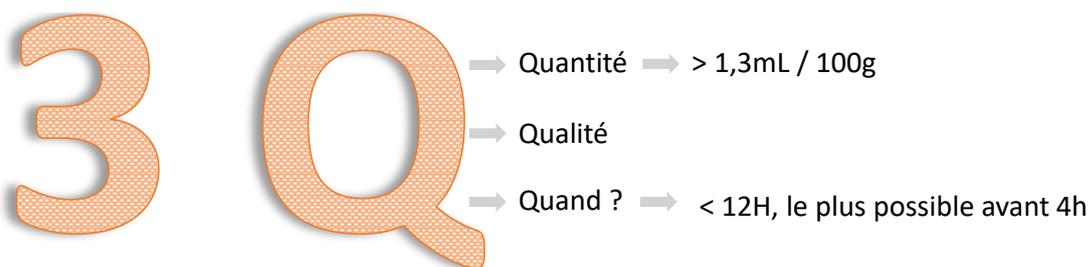


Figure 10 : Règle des 3 Q caractérisant un bon transfert d'immunité passive.

Source : Lepoultier Soline

La prévention passe par la surveillance immédiate de la tétée juste après le part, puis par la détection des chiots déficitaires. Le colostrum étant la principale source d'énergie après la naissance, la prise de poids est un bon indicateur pour détecter les échecs de prise colostrale. On pourra alors administrer du colostrum congelé par biberonnage ou sondage oro-gastrique. Du sérum canin administré par voie parentérale peut aussi être utilisé.

iv. Diarrhée néonatale

1. *Détection et symptômes associés*

Les selles normales d'un chiot nouveau-né sont molles mais formées et non liquides, de couleur brun clair à orange (Grundy 2006). La diarrhée correspond à une augmentation de la fréquence d'émission ou une diminution de la consistance des selles. Il s'agit d'un symptôme très courant chez le chiot nouveau-né. Cependant, l'émission des fèces chez le chiot est stimulée par la mère par léchage. L'observation des selles est donc souvent difficile. D'autres signes peuvent alors suggérer la présence d'une diarrhée tels que ; abattement, vocalises, distension abdominale, absence de prise ou perte de poids, ou encore

modification de la motilité intestinale. Plus le chiot est jeune, plus la diarrhée provoquera rapidement une déshydratation, des déséquilibres fluidiques et donc une hypoglycémie (Root Kustritz 2012; 2010a; Greer 2015; Casal 2010b).

2. *Etiologie*

Les causes de diarrhée néonatale sont diverses (Lopate, Seksel 2012; Fitzgerald, Newquist 2011; Münnich, Küchenmeister 2014; Root Kustritz 2012; Magne 2006). En premier lieu, on distingue les causes non infectieuses :

- Nutritionnelles : suralimentation, diète hyperosmolaire, erreur alimentaire ou encore hyperhydratation (Dumon 2005). Une attention doit donc être portée à la préparation et stockage du lait maternisé si les chiots sont nourris au biberon.
- Toxique : insecticides, détergents ou encore fertilisants par exemple,
- Mécaniques : occlusions intestinales (intussusception, torsions)
- Métaboliques : shunts porto-systémiques, carence en vitamine B12, insuffisance pancréatique. Les signes cliniques peuvent dans ces cas apparaître plus tardivement.

A la naissance, le tube digestif est stérile, et le pH gastrique est neutre. Ces caractéristiques physiologiques rendent les proliférations bactériennes plus faciles et courantes (Grundy 2006). Parmi les causes infectieuses, on distingue les origines :

- Bactériennes : prioritairement représentées par les colibacillooses (Meloni, Martino, Grieco 2014; Münnich, Küchenmeister 2014), puis salmonelloses, clostridioses, campylobactérioses ou encore les infections à *Yersinia enterocolitica*,
- Virales : parvoviroses canine, maladie de Carré, hépatite de Rhubarth, coronavirus, rotavirus (Evermann, Kennedy 2011),
- Parasitaires : protozoaires (giardiose, cryptosporidiose, toxoplasmose, strongyloïdoses) et helminthes (toxocarose, ankylostomatidose, téniasis, trichuroses).

3. *Diagnostic*

Le recueil de l'anamnèse permet dans un premier temps de connaître les conditions d'hygiène et l'alimentation des chiots. Interroger l'éleveur sur l'état général, les vaccinations et les traitements antiparasitaires de la chienne est également primordial. Un examen clinique et notamment une palpation abdominale sont nécessaires (Casal 2010b).

Les méthodes diagnostiques découlent des différentes étiologies. Ainsi, les causes bactériennes ou parasitaires sont explorées respectivement par culture fécale et coproscopies. La réalisation de ces mêmes examens sur la mère est également conseillée (Root Kustritz 2010a; Casal 2010b).

4. Traitement

La prise en charge des diarrhées néonatale repose à la fois sur le traitement de la cause sous-jacente et sur un traitement symptomatique, prenant notamment en charge les désordres électrolytiques et la déshydratation (Magne 2006).

La déshydratation doit être corrigée par fluidothérapie, comme vu précédemment. Dans le cas de diarrhée, il est nécessaire d'estimer les pertes d'eau associées. Certains auteurs estiment ainsi que deux cuillères à soupe de fèces diarrhéiques correspondent à une perte de 30ml par jour (Lopate, Seksel 2012). Concernant la voie d'administration, la voie orale est recommandée pour les déshydratations consécutives à de la diarrhée. (Münnich, Küchenmeister 2014). Evidemment, on veillera à ne pas réhydrater à excès.

L'ajout de yaourt allégé à l'alimentation, dilué puis administré par sondage oro gastrique ou au biberon, permet d'encourager le développement d'une flore bactérienne intestinale normale (Greer 2015; Root Kustritz 2012).

Les **selles** d'un chiot doivent être molles mais formées, de couleur brun clair à orange. La **diarrhée** est une augmentation de la fréquence d'émission ou une diminution de la consistance des selles. Son observation est difficile chez le chiot, d'autres signes cliniques associés sont alors détectables.

Les **causes** de ce symptôme courant chez le chiot sont diverses et peuvent être infectieuses (bactériennes, virales, parasitaires) ou non (origine nutritionnelle, mécanique, métabolique).

Le recueil des **commémoratifs** (vaccinations, prophylaxie antiparasitaire), de l'anamnèse et **examens coproscopiques** sont une aide précieuse au diagnostic.

La prise en charge repose sur le **traitement de la cause sous-jacente** et le support des fonctions vitales par un **traitement symptomatique** (fluidothérapie).

v. Syndrome du dépérissement du chiot

1. Définition et importance

Le syndrome du dépérissement regroupe les cas de mort d'origine inconnue, durant la période néonatale, de chiots normaux à la naissance (Kusse, Birhanu, Ayele 2018). Les chiots touchés sont nés sans difficulté, ont un poids de naissance normal, ne présentent pas de malformations congénitales décelables, et un début de courbe de croissance dans les normes (Dumon 2005). La majorité des chiots touchés meurent dans les 3 à 7 jours de vie. D'autres auteurs, complètent cette définition par le fait que le chiot décède malgré les traitements mis en place (Blunden et al. 1987; Blunden 2012).

Selon les études, ce syndrome touche un tiers à la moitié des portées, et concerne 13 à 55% des cas de mortalité néonatale (Blunden 2012; Tal et al. 2021; Indrebø, Trangerud, Moe 2007).

2. Etiologie

L'étiologie de ce syndrome n'est pas clairement déterminée. Les hypothèses sont variées et la cause est potentiellement multifactorielle. Les facteurs environnementaux, maternels, infectieux ou encore la triade hypothermie, hypoglycémie, hypoxie sont susceptibles de jouer un rôle (Blunden 2012).

Aucun lien n'a été trouvé entre une bactérie spécifique et de forts taux de mortalité néonatale. De nombreuses bactéries sont isolées à la fois dans des portées avec beaucoup de pertes, et chez des chiots en bonne santé (Blunden 2012). Or, il semble que le maintien d'un microbiote intestinal équilibré soit primordial. Il a été montré que le microbiote fécal des chiots atteints par ce syndrome diffère des chiots sains et suggère la présence d'une dysbiose dès la naissance, notamment caractérisée par une abondance accrue de protéobactéries et de pasteurelles (Tal et al. 2021).

L'infection intra-utérine des chiots par la toxocarose est considérée comme une des causes de dépérissement du chiot. La larve de *Toxocara canis* en migrant via le placenta infecte les chiots avant la naissance, et engendre des atteintes principalement digestives. La mort, lorsqu'elle survient est plus tardive et survient en fin de période néonatale. En outre, même si la migration pulmonaire des larves est possible, peu de lésions significatives associées ont été observées selon les auteurs (Blunden 2012; Salib 2013).

Dans certains cas, une thymectomie provoque l'apparition d'un syndrome du dépérissement. De plus, des modifications du thymus caractérisées par une perte de lymphocytes et une augmentation des macrophages ont été observées chez des chiots atteints. L'hypoplasie thymique a donc été évoquée comme potentielle cause, favorisante ou aggravante. Elle peut être d'origine infectieuse (adénovirus CAV 1), toxique, congénitale ou génétique (Roth 1987; Dumon 2005; Lopate, Seksel 2012).

Par ailleurs, les chiots atteints présentent significativement moins de phosphatidylcholine (lécithine) dans leur surfactant alvéolaire (Blunden et al. 1987). Le surfactant alvéolaire est indispensable à l'ouverture des alvéoles pulmonaires et permet d'éviter leur collapsus. Il est indispensable à la survie du chiot nouveau-né et joue un rôle important dans l'adaptation de la fonction respiratoire à la vie extra-utérine. Ainsi, une diminution de quantité ou de qualité prédispose le chiot à l'hypoxie, à des difficultés respiratoires et de succion. Il est cependant impossible de savoir si cette modification de composition constitue la cause primaire du décès ou si un autre mécanisme pathologique sous-jacent est présent (Blunden 2012).

3. *Symptômes*

Les symptômes de ce syndrome sont très peu spécifiques et peuvent être rencontrés lors de nombreuses autres causes de mortalité néonatale. Ainsi, on retrouve les signes d'inconfort et d'affaiblissement ; éloignement du groupe, vocalises persistantes, léthargie. On note une tendance à l'anorexie, avec une perte du réflexe de succion et un arrêt brutal de la prise de poids. De la diarrhée, des vomissements, une cyanose des muqueuses, une déshydratation, de la dyspnée, un décubitus latéral avec mouvements de pédalages sont aussi rencontrés. Le chiot s'affaiblit progressivement puis tombe dans un coma et meurt dans les 24 à 48h. Cependant, l'évolution rapide ne permet pas toujours l'observation de ces signes, certains chiots ne montrent que des signes discrets de faiblesse (Kusse, Birhanu, Ayele 2018; Blunden 2012).

L'autopsie ne permet pas non plus de mettre en valeur d'anomalies spécifiques, elle ne montre parfois aucune lésion prépondérante. On retrouve cependant un tube digestif vide, et un foie atrophié avec un rapport foie/poids du corps diminué (1/20 contre 1/10 chez un chiot sain) témoin de la perte des réserves en glycogènes, et un poids corporel inférieur au poids de naissance. L'histologie révèle un tissu adipeux brun atrophié non vacuolisé, montrant que les chiots touchés étaient à fort risque d'hypothermie. Des signes d'arrêt de la croissance au niveau de la jonction chondrocostale sont aussi observés chez des chiots morts à 3 jours, laissant penser qu'un retard de croissance est survenu dès la fin de la gestation (Dumon 2005; Blunden 2012).

4. *Diagnostic*

Les signes cliniques étant peu spécifiques, frustrés voir absents, et l'évolution clinique rapide, il est donc très difficile d'établir un diagnostic. L'enjeu est donc d'éliminer les autres causes de mortalité néonatale (Dumon 2005). Un examen clinique détaillé ne doit pas être négligé sur tout chiot qui semble affaibli (Kusse, Birhanu, Ayele 2018). L'autopsie reste nécessaire chez les chiots décédés subitement pour départager ce syndrome des autres causes de mortalité (Blunden 2012).

Plus récemment, la réalisation d'écouvillon rectaux en vue d'identifier la composition du microbiome rectal a été proposé comme outil de détection précoce des chiots à risque (Tal et al. 2021).

5. *Prise en charge*

En pratique, aucun traitement n'est réellement satisfaisant. On se concentre sur un traitement symptomatique pour éviter l'installation de la triade ; mesures de réchauffement, fluidothérapie, oxygénothérapie si cyanose et réalimentation des chiots dont la prise de poids s'arrête (Dumon 2005; Blunden 2012; Kusse, Birhanu, Ayele 2018).

Dans le cas d'une toxocarose, l'administration de flubendazole est efficace et montre une amélioration clinique des chiots (Salib 2013).

Syndrome du dépérissement : mort d'origine inconnue durant la période néonatale de chiots normaux à la naissance, malgré les traitements mis en place.

Ce syndrome touche un 33 à 50% des portées et constitue une des causes majeures de mortalité néonatale.

L'**étiologie** n'est pas clairement définie et serait multifactorielle ; facteurs environnementaux, maternels, infectieux ou encore implication de la triade. Une hypoplasie thymique, une dysbiose ou encore un déficit de lécithine dans le surfactant alvéolaire sont mis en avant.

Les **symptômes** sont divers, frustrés et peu spécifiques. A l'autopsie seul des signes d'épuisement des réserves et d'arrêt de croissance sont souvent observés, sans autre lésion caractéristique.

Le **diagnostic** se fait par exclusion des autres causes de mortalité néonatale.

Aucun **traitement** n'est réellement satisfaisant, mais contrer l'apparition de la triade est une base solide.

vi. Causes infectieuses

1. *Infections bactériennes*

Parmi les causes infectieuses, les infections bactériennes sont les plus couramment observées chez les chiots durant la période néonatale. 65% des cas de mortalité néonatale sont imputables à des agents bactériens et les sepsis restent une des causes majeures de mortalité néonatale (Pereira et al. 2022). En effet, leur immaturité immunologique, et les particularités physiologiques (pH gastrique neutre) rendent possible l'infection par des bactéries classiquement commensales. Les chiots touchés le sont principalement dans leur première semaine de vie (Daniels, Spencer 2011; Nobre Pacifico Pereira et al. 2022).

Le terme septicémie désigne une infection de tout l'organisme, avec présence d'une bactériémie (Root Kustritz 2010b).

Un sepsis se définit par une défaillance d'organe grave, menaçant le pronostic vital, suite à une réponse inadéquate des mécanismes de défense du chiot envers une infection (Münnich, Küchenmeister 2014).

1.1. Origine

La contamination bactérienne du chiot se fait via différentes sources : son environnement, sa mère ou encore les autres animaux rencontrés. Les chiots peuvent être affectés dès la naissance, lorsque la mère présente une infection bactérienne systémique ou utérine, ou après la naissance via des sécrétions maternelles contaminées (lait, sécrétions vaginales, oro-nasales, fèces). La présence de tartre chez la mère, associé à une maladie parodontale peut aussi provoquer l'apparition d'infections bactériennes chez le chiot par

léchage. Des omphalites, de l'impétigo ou encore des ophtalmies néonatales (conjonctivites purulentes avant ouverture des paupières) peuvent se déclarer. La contamination durant la gestation reste majoritaire avec 68% des chiots infectés par cette voie (Nobre Pacifico Pereira et al. 2022).

Les bactéries atteignent la circulation sanguine selon différentes voies ; la voie orale via le système gastro-intestinal ensuite, via le tractus respiratoire ou urinaire, une peau lésée ou majoritairement via la cavité péritonéale suite à une infection ombilicale (Münnich, Küchenmeister 2014; Root Kustritz 2010b).

Par ailleurs, un transfert d'immunité passif défaillant est un facteur prédisposant important. Toute circonstance engendrant une mauvaise prise de colostrum favorise donc le développement de septicémie néonatale. Les chiots infectés après la naissance le sont donc majoritairement suite à cet échec (Nobre Pacifico Pereira et al. 2022).

Des staphylocoques (*S. aureus* et *S. pseudintermedius*), des streptocoques (streptocoques bêta-hémolytiques), *Klebsiella spp*, *Pseudomonas aeruginosa*, ou *Proteus mirabilis* sont rencontrés chez les chiots touchés, mais *Escherichia coli* reste la bactérie la plus courante associée aux cas de septicémies (Grundy 2023; Meloni, Martino, Grieco 2014; Root Kustritz 2010b). *E. coli* est transmise au chiot lors du part, par contact avec le microbiote oral maternel ou via l'environnement. *E. coli* gagne ensuite la circulation sanguine par passage à travers la barrière intestinale, plus perméable à cette bactérie chez le chiot que chez l'adulte, ou par contamination de l'ombilic (Daniels, Spencer 2011; Nobre Pacifico Pereira et al. 2022).

1.2. Signes cliniques

Les signes cliniques de septicémie chez le chiot diffèrent de ceux observés chez l'adulte, sont très divers selon l'organe touché, frustes et peu spécifiques. On pourra observer la triade (hypothermie, hypoglycémie, déshydratation), un abattement, une diminution des scores de vitalité associée à une perte du réflexe de succion, un arrêt de la tétée, de la diarrhée, une rectite, des muqueuses cyanosées ou hyperémiques, une omphalite ou omphalophlébite, des pleurs anormaux, ou une rigidité (Grundy 2023; Meloni, Martino, Grieco 2014). Une infection bactérienne peut également causer des arthrites et des méningites (Casal 2010b). Une cyanose cutanée au niveau des extrémités des membres et de la queue, évoluant parfois vers la nécrose constitue un signe clinique plus spécifique. Une perte de poids est souvent notable avant l'apparition des autres signes cliniques (Nobre Pacifico Pereira et al. 2022).

Par ailleurs, lors de choc septique, une hypotension apparaît et n'est pas compensée étant donné l'immaturation du système cardiovasculaire du chiot. On observera donc une bradycardie et non une tachycardie comme chez l'adulte. Cette particularité physiologique rend incertaine la réponse du chiot malade à la fluidothérapie et aux molécules vasoactives. Pereira et al, ont obtenu une réponse positive aux traitements malgré cette immaturité

physiologique. Néanmoins, l'état clinique des chiot restait instable et le taux de mortalité observé en cas de choc septique est de 89% (Nobre Pacifico Pereira et al. 2022).

1.3. Diagnostic

Compte tenu des signes cliniques généraux et non spécifiques, et de l'évolution rapide de la maladie, le diagnostic du vivant du chiot reste difficile. Néanmoins, la réalisation de culture sur sang ou urine est possible, et doit se faire conjointement au début du traitement. (Daniels, Spencer 2011). Les cultures sanguines permettent de poser le diagnostic définitif, mais la quantité de sang nécessaire reste un frein à sa réalisation chez les nouveau-nés. Si l'on parvient à réaliser un prélèvement sanguin, on dilue 1 mL de sang dans 5 à 10mL de milieu de culture. Le résultat est positif si une croissance bactérienne dans les 6 à 18h est observée (Root Kustritz 2010b).

La biochimie sanguine peut montrer une hypoglycémie et la numération formule sanguine une neutrophilie discrète à modérée ou encore une anémie normocytaire (Daniels, Spencer 2011; Root Kustritz 2010b).

A l'autopsie, aucun signe n'est pathognomonique, des épanchements thoraciques ou abdominaux sont parfois observables (Meloni, Martino, Grieco 2014). Ainsi, l'autopsie ne suffit pas à elle seule ; dans une grande majorité des cas, aucune lésion macroscopique n'est visible. Un examen post mortem complet est nécessaire. L'intérêt de l'autopsie est de prélever des échantillons pour examen bactériologique et histologique.

L'histologie s'avère tout de même moins concluante chez les chiots, chez qui des lésions caractéristiques (embole bactérienne ou encore la présence de croissance bactérienne dans les tissus profonds) ne sont pas toujours observées selon les études. L'évolution puis la mort rapide des chiots laissent à penser que les changements histologiques n'ont pas le temps d'apparaître (Meloni, Martino, Grieco 2014).

1.4. Traitements

Le traitement doit être initié le plus précocement possible, il s'agit d'une urgence. Il consiste, dans un premier temps, à prévenir la survenue de la triade. Ainsi, on maintient la nutrition, la température et l'oxygénation du chiot tout en apportant une fluidothérapie adaptée.

Une antibiothérapie doit être mise en place. Le choix de la molécule est empirique ; les antibiotiques à spectre large tels que les pénicillines (amoxicilline) ou céphalosporine (ceftriaxone ou ceftiofur) sont utilisables chez le nouveau-né. Pour certains chiots, l'administration sous-cutanée ou orale de médicaments, la fluidothérapie et le maintien de l'alimentation sont suffisant. A contrario, dans le cas de nouveau-nés en choc septique, la perfusion sanguine dans les capillaires périphériques est diminuée, l'usage de la voie veineuse est alors fortement conseillé (Grundy 2023; Daniels, Spencer 2011).

Cependant, dans de nombreux cas, la rapidité d'évolution est telle qu'elle ne permet ni le diagnostic ni la mise en place de traitement du vivant du chiot (Meloni, Martino, Grieco 2014; Daniels, Spencer 2011).

1.5. Prévention

La prévention des septicémies commence avant le part et passe par des soins prénataux adéquats. Dépister précocement une éventuelle infection utérine ou systémique est essentiel et requiert un examen clinique, une numération formule sanguine et des bactériologies du tractus génital. A cela s'ajoute le respect d'une hygiène environnementale (Nobre Pacifico Pereira et al. 2022). Une attention particulière doit être aussi portée à la désinfection du cordon ombilical. Le transfert passif d'immunité est également essentiel et doit être assuré par l'administration de sérum chez les chiots dont la prise de colostrum est mauvaise (Daniels, Spencer 2011).

Les **infections bactériennes** sont représentées majoritairement par les **septicémies néonatales**. Différentes bactéries sont impliquées (staphylocoques, streptocoques, *Klebsiella spp*, *Pseudomonas aeruginosa*) et **E. coli** reste la bactérie la plus courante.

Les **symptômes** sont généraux mais dépendent aussi de l'organe touché. Lorsqu'un choc septique se développe, une hypotension et une bradycardie apparaît suite à l'immaturation du système cardiovasculaire. L'adaptation au traitement est difficile et la mort survient rapidement.

Le **diagnostic** est souvent post-mortem du fait de la rapidité d'évolution clinique vers le décès. L'autopsie ne suffit pas et doit être réalisée conjointement aux examens histologiques et bactériologiques. Si l'animal est vivant suffisamment longtemps, des cultures sur sang ou urines sont réalisables.

Le **traitement** doit être mis en place précocement et requiert de lutter contre la triade et de mettre en place une antibiothérapie. La **prévention** passe par l'hygiène, les soins ombilicaux, une prise de colostrum correcte et la détection précoce des infections du tractus urinaire maternel.

2. Infections virales

Les infections virales impactent généralement les chiots plus âgés, les chiots plus jeunes sont quant à eux protégés par les anticorps maternels. Cependant, notamment lorsque le transfert passif d'immunité ou la couverture vaccinale maternelle est mauvaise les chiots peuvent développer de telles affections. Les taux de mortalités sont alors élevés (Pereira et al. 2022).

Différentes affections virales peuvent tout de même affecter les nouveau-nés et être à l'origine de mortalité néonatale. La transmission peut se faire in utero, par voie transplacentaire, la petite taille des virus facilite cette voie, pendant ou après la naissance (Evermann, Kennedy 2011). L'infection de la mère mène généralement à des résorptions embryonnaires, des avortements, des infections fœtales ou à la naissance de chiots mort-

nés, prématurés ou faibles. L'infection après la naissance est aussi possible pour certains virus (Uchańska et al. 2022; Buergelt 2012).

2.1. Virus rencontrés pendant la période néonatale

2.1.1 *Herpes virus canin*

Le Canine herpes virus est un virus ubiquiste répandu mondialement. 22 à 100% des chiens adultes d'élevages ont été confrontés à ce virus et présentent un titre en anticorps positif (Root Kustritz 2012). Il s'agit du virus le plus commun et virulent chez les chiots durant la période néonatale (Evermann, Kennedy 2011; Root Kustritz 2012).

L'infection chez la mère est associée à la naissance de mort-nés et de chiots faibles. Des résorptions fœtales et des avortements sont parfois observés, sans preuve réelle de causalité. Les périodes de stress contribuent à la réactivation du virus chez les chiennes porteuses, qui l'excrète alors en plus grande quantité (Thébault 2004). L'infection des chiots par voie transplacentaire, lors du part ou par transmission oro-nasale est possible. Les chiots de moins de 3 semaines sont les plus touchés, l'incubation est courte (4 à 6 jours) et la mortalité associée est forte. Les chiots arrêtent brutalement de téter, crient, présentent éventuellement une hypothermie, une anorexie, des signes digestifs ou encore des signes d'atteinte neurologiques (pédalage, ataxie, raideur) traduisant une encéphalomyélite. Ils meurent en un à trois jours après l'apparition des premiers signes cliniques.

A l'autopsie, sont observés des pétéchies et des ecchymoses rénales, hépatiques et pulmonaires. Les leptoméninges présentent aussi parfois des pétéchies. Des épanchements séro-hémorragiques sont également retrouvés dans les grandes cavités. Les nœuds lymphatiques et la rate peuvent être hypertrophiés. Ces lésions sont considérées comme pratiquement pathognomoniques et permettent d'établir un diagnostic (Root Kustritz 2012; Buergelt 2012; Fontbonne 2011; Thébault 2004).

Les cas graves d'herpesvirose chez le chiot sont souvent associés à de faibles taux d'anticorps maternels spécifiques transmis. Cela peut être dû à un échec de transfert passif d'immunité, ou à l'absence d'anticorps maternel spécifique chez une mère qui n'a jamais été exposée au virus, ce qui reste rare. Il faut tout de même garder en tête que les anticorps maternels protègent contre la survenue de la maladie mais pas contre l'infection elle-même et le portage asymptomatique (Vandaële 2003).

2.1.2 *Parvovirus canin*

Les Canines parvovirus sont la principale cause fatale d'entérite et de diarrhée infectieuse chez le chiot. Il existe 2 variants de ce virus, le Canine parvovirus 1 et le Canine parvovirus 2 (Magne 2006).

Aussi connu sous le nom de virus minute canin, le CPV-1, ou Canine bocaparvovirus peut provoquer la naissance de chiots mort-nés ou faibles. Une transmission transplacentaire est possible. L'infection durant les premiers jours de vie mène au développement d'une entérite nécrotique et conduit souvent à la mort rapide des chiots. Des pneumonies, myocardites et lymphadénites sont aussi observées chez les chiots de 5 à 21

jours d'âge (Evermann, Kennedy 2011). Les symptômes qui précèdent sont très généraux, modérés et d'apparition aiguë ; dyspnée, arrêt de la tétée, hypoglycémie, fièvre, vomissements et diarrhée. Aucun test diagnostique spécifique de routine n'existe, la PCR est la méthode la plus indiquée (Uchańska et al. 2022; Root Kustritz 2012; Magne 2006). Aucun vaccin n'existe (Magne 2006).

Le Canine parvovirus 2 est présent dans le monde entier et touche plutôt les chiots plus âgés puisque la protection vaccinale des mères empêche généralement la contamination des chiots. Néanmoins, une transmission transplacentaire existe et est associée à des myocardites chez les chiots nés de chiennes infectées. L'infection de chiots souffrant d'un déficit de transfert passif d'immunité est aussi possible. Les symptômes majoritaires sont digestifs : vomissements, diarrhée mucoïde à hémorragique, déshydratation et parfois fièvre. Des septicémies ou des intussusceptions peuvent survenir (Magne 2006).

2.1.3 Canine adénovirus 1

Le Canine adénovirus 1 est responsable de l'hépatite de Rubarth chez l'adulte. L'infection de la mère puis la transmission transplacentaire de ce virus conduit à la naissance de mort-nés, ou de chiots faibles ou infectés mourant quelques jours plus tard (Evermann, Kennedy 2011).

Le diagnostic passe par l'isolation du virus, et par l'observation à l'histologie de corps d'inclusion dans les entérocytes (Buergelt 2012).

2.1.4 Canine Distemper Virus

Ce virus est responsable de la maladie de Carrée, maladie multi systémique touchant généralement les chiots âgés de 3 à 6 mois. Néanmoins, le CDV peut provoquer avortements, naissance de morts nés ou de chiots faibles. L'infection de chiots âgés de moins de 1 semaine peut provoquer le développement de cardiomyopathies puis d'arrêt cardiaques moins de 3 semaines après l'infection (Evermann, Kennedy 2011).

2.2. Diagnostic

Le diagnostic de ces affections virales passe par la détection directe du virus. La sérologie n'apporte aucun intérêt chez le nouveau-né qui n'est pas immunologiquement compétent, et ne produit donc pas d'anticorps. Le diagnostic est donc souvent post-mortem chez le chiot. Trois méthodes existent, la détection antigénique, la détection d'acides nucléiques (PCR) plus sensible, et la culture virale (délais long). Dans certains cas, l'autopsie et l'histologie en elles-mêmes sont d'une grande aide (Evermann, Kennedy 2011).

Chez la chienne venant de perdre une portée la réalisation de deux sérologies à 3 semaines d'intervalle, ou d'une PCR sur écouvillon vaginal est possible (Fontbonne 2011).

2.3. Traitement

La prise en charge se base sur un traitement symptomatique de soutien ; fluidothérapie, réalimentation, ou encore antiémétiques, antioxydants et antibiothérapie au besoin (Root Kustritz 2012).

Des mesures spécifiques peuvent être prises dans le cas de certains virus, ainsi, une augmentation de la température environnementale est conseillée lors d'infection par l'herpèsvirus canin. Ce virus étant peu résistant à haute température, et se multipliant aux alentours de 35 à 36°C maximum, l'augmentation de la température corporelle du nouveau-né autour de 36,3 à 37°C, voir 38°C selon les auteurs est bénéfique. La température de la maternité doit alors être maintenue à 33°C pendant la première semaine puis progressivement abaissée. L'administration précoce sous-cutanée ou intra-péritonéale de sérum canin avec des anticorps contre le CHV chez des portées touchées est mentionnée. L'utilisation d'un antiviral, l'acyclovir a aussi été décrite pour l'herpès virus (Evermann, Kennedy 2011; Root Kustritz 2012; Fontbonne 2011).

Enfin, dans le cas du virus minute canin, un traitement symptomatique est indiqué mais souvent illusoire vu la progression rapide de la maladie (Magne 2006).

2.4. Prévention

La prévention des infections virales passe par la vaccination des chiennes. Il s'agit du meilleur moyen pour protéger la chienne, sa portée et enrayer la propagation du virus dans l'élevage. La vaccination permet d'assurer un niveau adéquat d'immunoglobulines dans le colostrum et donc de protéger les chiots. (Pereira et al. 2022; Uchańska et al. 2022).

Des vaccins existent contre le CDV, le CAV-1, le CPV-2. Aucune protection croisée entre le CPV-2 et le CPV1 n'est cependant rapportée (Root Kustritz 2012). Aucun vaccin n'est disponible pour le CPV-1. Un vaccin contre l'Hesperovirose canine est disponible en France.

Par ailleurs, des mesures hygiéniques sont indispensables. L'enjeu est de minimiser l'exposition des chiots aux différents virus pendant la gestation et durant la période néonatale. On isole les animaux malades et nettoie le matériel contaminé à l'aide de désinfectants adaptés ou d'eau de Javel diluée (Root Kustritz 2012; Evermann, Kennedy 2011).

Les **infections virales** néonatales surviennent majoritairement à la suite d'un défaut de couverture vaccinale maternelle ou d'un échec de transfert immunitaire.

Les principaux virus rencontrés sont : l'**herpès virus canin** (CHV-1) et le **parvovirus canin 1** (ou virus minute canin) et 2 (CPV1 et CPV2), l'**adénovirus canin 1** (CAV 1) ou le virus de la maladie de Carrée (CDV).

Le **diagnostic** se fait par la détection directe du virus et la réalisation d'examen post-mortem. La sérologie est inutile chez le chiot.

Le **traitement** est symptomatique. Une augmentation de la température environnementale lors d'herpès virose peut s'avérer bénéfique. La **prévention** passe par la vaccination des chiennes et des mesures hygiéniques. En France des vaccins sont disponibles pour tous ces virus, excepté le CPV1.

3. Infections parasitaires

Les infections parasitaires peuvent toucher jusqu'à 60 % des élevages. Certains pathogènes sont impliqués dans l'infestation des nouveau-nés et sont donc à considérer dans les potentielles causes de mortalité néonatale (Pereira et al. 2022).

3.1. Etiologie

3.1.1 Helminthes

Différentes espèces de nématodes peuvent affecter les portées canines. On retrouve *Toxocara spp*, *Ancylostoma spp*, les strongles, ou encore certains trichures (*Trichuris vulpis*).

Toxocara canis est présent sous forme de larves enkystées dans tout l'organisme de la chienne, notamment dans les tissus mammaires et utérins. La chienne s'infeste par ingestion des larves présentes dans l'environnement. Durant la gestation, la température corporelle de la mère augmente et le cycle parasitaire reprend, après 42 jours de gestation. La transmission au chiot peut alors se faire par transmission transplacentaire, transmammaire ou par ingestion. Les larves migrent ensuite principalement vers le foie et les poumons des chiots (Datz 2011; Magne 2006; Salib 2013).

Les **ankylostomes**, notamment *Ancylostoma caninum*, infectent couramment les chiots durant la période périnatale. Il s'agit de parasite de l'intestin grêle dont les larves L4 sont hématophages. La réactivation de larves enkystés dans les tissus est également mise en cause. Une transmission transmammaire existe, et une chienne infestée peut excréter les parasites pendant les 3 lactations suivantes. Les **strongles** sont peu courants chez les chiots mais peuvent occasionnellement les infecter par voie transcutanée ou transmammaire, provoquant gastroentérites et pneumonies (Datz 2011; Bouillod 2013).

Par ailleurs, certains cestodes, comme *Dipilidium caninum* peuvent toucher les chiots et sont transmis par les puces.

3.1.2 Protozoaires

Les protozoaires sont des parasites intracellulaires. *Toxoplasma gondii* infecte plus couramment les chats, mais est possible dans l'espèce canine. Dans la majorité des cas, les chiens adultes infectés sont immunodéprimés et peuvent présenter des symptômes neurologiques ; convulsions, déficits nerveux, ataxie ou paralysie. Chez les chiennes gestantes, les parasites peuvent atteindre le placenta, et les tachyzoïtes infecter le fœtus, causant des avortements, des résorptions fœtales ou des morts subites. Certains chiots issus de mère atteintes peuvent naître vivants, mais sont alors séropositifs (Uchańska et al. 2022).

La néosporose, causée par *Neospora caninum* peut toucher les nouveau-nés. Les adultes se contaminent par contact avec des eaux ou aliments contaminés, notamment via l'ingestion de matériel d'avortement bovin ou de bœuf cru lorsque la chienne est nourrie au BARF (Biologically Appropriate Raw Food) (Bourdoiseau, Polack, Guillot 2013). Une transmission transplacentaire est aussi possible chez les chiennes gestantes. L'infection des mères mène à des avortements ou à la naissance de chiots faibles, présentant une atteinte multi organique et mourant peu de temps après la naissance (Uchańska et al. 2022).

L'infection par des coccidies, principalement *Isoospora canis* se fait par voie orale à partir d'oocystes présents dans l'environnement. Le développement de giardiose est possible après transmission par voie oro-fécale. Le portage asymptomatique par les individus adulte est courant. Dans les deux cas, le stress, notamment associé au part, engendre une augmentation de l'excrétion maternelle. Les nouveau-nés sont les principaux individus à risque, cependant l'infection est souvent asymptomatique et auto-limitante. Dans certains cas une diarrhée aigüe survient (Root Kustritz 2003; 2012).

3.1.3 Parasites externes

Les parasites externes (puces et tiques majoritairement) présent chez la mère peuvent être transmis facilement aux chiots par contact et causer une anémie (Uchańska et al. 2022). Néanmoins, ils conduisent rarement, seul, au décès (Hoskins 2001).

3.2. Symptômes

Comme pour de nombreuses affections touchant les nouveau-nés, les symptômes sont généraux et peu spécifiques. L'apparition de la triade, d'un abattement, de muqueuses pâles, d'une perte de réflexes et une perte de poids est possible. Lors d'infestation par des parasites intestinaux, des troubles digestifs se développent. En effet, l'accumulation des vers dans la lumière intestinale provoque une entérite se manifestant généralement par une diarrhée, parfois hémorragique. De la constipation, des vomissements, de l'hématochézie sont aussi possible (Pereira et al. 2022; Salib 2013). Les chiots atteints présentent parfois un abdomen gonflé, potelé et un aspect chétif avec un pelage terne (Root Kustritz 2012). Lors d'infestation massive par des nématodes intestinaux, une obstruction, une intussusception ou une perforation intestinale provoquant une péritonite sont possibles. Les analyses biologiques peuvent révéler une anémie ou une hypoprotéinémie suite à la spoliation sanguine. Néanmoins, certaines infestations restent asymptomatiques (Datz 2011; Pereira et al. 2022).

3.3. Diagnostic

Outre les signes cliniques observables, le diagnostic définitif requiert la réalisation d'examens coproscopiques, par flottation et centrifugation. Les soins de la mère aux chiots, particulièrement durant la période néonatale rend difficile ces examens, les fèces étant ingérées par la mère lors du toilettage. Néanmoins, la réalisation d'une coproscopie sur la mère peut aider fortement au diagnostic (Root Kustritz 2010a). En outre, les parasites externes peuvent être détecté par brossage.

Par ailleurs, les examens post-mortem sont d'une grande aide. L'observation directe de vers dans les intestins est possible. La présence de lésions spécifiques causées par les migrations larvaires, et d'adénomégalie sont aussi possibles. Ainsi, des cas de Toxocarose présentaient des foyers de nécrose hépatique ainsi qu'une infestation larvaire pulmonaire. La PCR peut aussi être utilisée comme moyen de détection (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021; Salib 2013).

3.4. Conduite à tenir

En premier lieu, le maintien de l'hygiène reste une base. Ensuite, la réalisation de coprologies chez la mère avant le part permet de détecter un éventuel parasitisme interne.

Après le part, veiller sur les chiots pour détecter toute anomalie, puis les vermifuger dès l'âge de 2 semaines peut être intéressant (Datz 2011; Greer 2015). On pourra ainsi administrer du pamoate de pyrantel à la posologie de 5 à 10 mg/kg par voie orale dès 2 semaines d'âge, puis 2 à 3 semaines plus tard (Root Kustritz 2010a).

La prévention de l'infestation passe par le traitement antiparasitaire de la mère. Divers protocoles et molécules ont été utilisés et proposés.

3.4.1 Helminthes

L'utilisation quotidienne de fenbendazole (50mg/kg par voie orale) du 40^e jour de gestation jusqu'au 14^e jour post-partum est conseillée pour lutter contre les nématodes gastrointestinaux (Datz 2011; Greer 2015). Cela permet une réduction de la charge parasitaire de 89 à 99% pour *Toxocara canis* et *Ancylostoma caninum* respectivement (Bouillod 2013). Plus récemment les recommandations sont en faveur d'un traitement s'arrêtant au 2^e jour post-partum (ESCCAP 2021).

L'injection sous-cutanée de moxidectine à 1mg/kg au 55^e jour de gestation permet de prévenir totalement l'infestation des chiots par *Ancylostoma caninum*, notamment en éliminant les stades larvaires en hypobiose dans les tissus. Lorsque l'injection est réalisée entre le 40^e et 55^e jour de gestation, elle est également efficace contre les larves réactivées de *Toxocara canis* (Bouillod 2013). Deux administrations, une au 40^e jour et une au 55^e jour sont maintenant recommandées (ESCCAP 2021). Parmi les lactones macrocycliques, l'utilisation de milbemycine est aussi possible et permet de diminuer les migrations placentaires et mammaires des larves. L'ensemble des animaux présents dans le foyer doivent être traité (Root Kustritz 2012; 2010a).

L'ivermectine peut être utilisée contre les ascaris et les ankylostomes à la 200µg/kg une fois par semaine dès la 3^e semaine avant le part à 3 semaines post-partum. Néanmoins, l'ivermectine ne doit pas être utilisée chez les chiennes présentant la mutation MDR1. L'inocuité de l'ivermectine chez la chienne gestante n'est pas montrée non plus. La sélamectine appliquée en spot-on sur la mère (6mg/kg) 6 et 2 semaines avant le part, puis 2 et 6 semaines post-partum réduit la charge parasitaire chez les chiots de 98% pour les ascaris (Greer 2015; Bouillod 2013).

3.4.2 Protozoaires

La sulfadiméthoxine (30mg/kg SID, ou 15mg/kg BID PO) est utilisée en première intention pour traiter la coccidiose chez le chiot. En cas d'échec, l'amprolium peut être utilisé sous forme de poudre à dissoudre dans l'eau de boisson. L'effet au long court du ponazuril sur les différents organes, et la fonction reproductrice n'ayant pas été testé, il est à utiliser en dernier recours (Root Kustritz 2012; 2003).

Du métronidazole (25mg/kg SID PO pendant 5 jours puis 10mg/kg BID) ou du fenbendazole (50mg/kg SID PO pendant 3 à 5 jours) peuvent être administré en cas de giardiose. Attention cependant aux effets secondaires neurologiques et digestifs du métronidazole. Certains auteurs recommandent alors des doses plus faibles de 15mg/kg PO BID (Root Kustritz 2012; 2003; Mata, Papich 2011).

Néanmoins ces molécules sont surtout utilisables chez les chiots en fin de période néonatale, vers l'âge de 3 semaines.

3.4.3 Parasites externes

Le traitement contre les parasites externes passe par l'utilisation de shampoings sans insecticides et de peignes à poux. Le fipronil, le nitenpyram et la selamectine sont tous utilisables pendant la gestation, à contrario les organophosphorés et les pyrethrinoïdes doivent être évités chez les chiennes gestantes et durant la période néonatale (Greer 2015).

Les **infestations parasitaires** touchant les nouveau-nés sont diverses. On retrouve tout type de parasites ; helminthes, protozoaires et parasites externes.

Une **transmission transplacentaire et/ou transmammarie** existe pour certains parasites (*T. canis*, *A. caninum*, *N.caninum*), d'autres sont transmis par voie orale ou contact.

Les **symptômes** sont à nouveau généraux ou spécifiques de l'organe touché. On notera la présence de troubles digestifs, d'une distension abdominale, d'un pelage terne lors d'infestation intestinale. Une spoliation sanguine ou nutritive a également lieu.

Le **diagnostic** se fait par coproscopie et à l'aide des examens post-mortem. Une coproscopie sur la mère peut aussi aider.

Des mesures hygiéniques et un traitement antiparasitaire de la mère en amont du part permettent de **prévenir** l'infestation. Traiter les autres animaux du foyer est aussi requis.

III- Prévention et gestion de la mortalité néonatale

a. Prévention et prophylaxie

i. Mesures prénatales

1. *Connaissances de l'éleveur*

L'éleveur est un maillon central pour prévenir la mortalité néonatale canine. Il est en première ligne et est celui qui s'occupe quotidiennement de la mère et des chiots. Parmi les facteurs influençant les risques de mortalité, nombreux sont ceux qui dépendent des conditions d'élevage et donc des connaissances de l'éleveur. Ainsi, tous les facteurs environnementaux et certains facteurs maternels notamment peuvent être encadrés et limités par l'éleveur lui-même. Certains éleveurs ont acquis une bonne expérience des soins aux nouveau-nés et ont beaucoup à apporter aux vétérinaires eux-mêmes. Cependant, les propriétaires novices peuvent représenter jusqu'à 50% des éleveurs et peuvent donc avoir besoin de conseils et d'informations complémentaires. Une fois les chiots nés, se concentrer sur la prise de poids et la connaissance de la triade hypothermie, hypoglycémie, déshydratation est indiqué (Wilborn 2018).

Par ailleurs, l'impact des connaissances de l'éleveur varie aussi selon la taille de l'élevage. Ainsi, un taux de mortalité augmenté a été remarqué dans les petits élevages, ce qui reflète potentiellement le niveau débutant des compétences techniques d'éleveurs amateurs. Néanmoins, les plus grands élevages, bien que plus expérimentés affichent aussi un taux élevé, prioritairement dû à l'augmentation de la pression infectieuse et à la diminution de la surveillance des chiots (Mugnier et al. 2019). De manière plus globale, la mortalité dans les élevages canins est aussi liée à l'équilibre que trouve l'éleveur entre le coût de production d'un chiot et le prix de vente, ainsi la perte d'un chiot dans un petit élevage présente souvent une grande perte financière.

Le vétérinaire doit également insister sur les aspects éthiques de l'élevage, notamment sur le bien-être animal. Souligner l'engagement financier et temporel est indispensable. Tout propriétaire voulant faire une portée doit avoir conscience des soins à apporter aux chiots, de la difficulté à les placer à l'adoption et de leur responsabilité envers ceux-ci (Smith 2011).

2. *Prophylaxie vaccinale et antiparasitaire*

La vaccination des mères permet par le transfert passif d'immunité de protéger les chiots de certaines maladies. Concernant les maladies citées, touchant principalement les nouveau-nés dans la période néonatale, des vaccins contre le CPV-2, le CAV-1, le CDV et le CHV-1 sont disponibles en France. Les protocoles vaccinaux recommandés sont présentés dans le tableau 3 (Freyburger 2019). Pour rappel, il n'y a aucune protection croisée entre le CPV-1 et le CPV-2, et aucun vaccin n'est disponible contre le CPV-1 (Magne 2006).

Concernant l'herpès virose canine, le vaccin est disponible en France (Eurican Herpes 205, Merial). Ce vaccin destiné aux femelles gestantes prévient la survenue de la forme néonatale clinique d'herpès virose. La vaccination des mère engendre une réduction significative de la mortalité néonatale ainsi qu'une tendance à la diminution des chiots de faible poids de naissance et à l'augmentation du taux de gestation (Poulet 2005). Néanmoins, en pratique on ne vaccine pas systématiquement. Chez les chiennes primipares, on peut réaliser un test sérologique durant les chaleurs. Si la sérologie est négative, la chienne doit être isolée de tout autre chien pendant 3 semaines avant et après le part. Si le vaccin est disponible et si le propriétaire le souhaite, on peut vacciner la chienne. Les chiennes multipares ayant toujours eu un test négatif doivent être traitées de la même manière (Smith 2011). Attention cependant à l'interprétation du test. Une sérologie négative ne permet pas d'affirmer qu'une chienne n'est pas porteuse du virus, mais seulement qu'elle n'est pas contaminante au moment du prélèvement (Thébault 2004).

Lorsque la mère est correctement vaccinée, et que la prise de colostrum est bonne, on estime que l'infection des chiots est rare (Evermann, Kennedy 2011). Aucun lien n'existe entre la concentration sanguine en anticorps chez la mère et la concentration colostrale. Néanmoins, on peut tenter d'augmenter la proportion d'anticorps dirigés contre les pathologies néonatales, en rapprochant le plus possible les rappels vaccinaux de la gestation. On vaccinera la chienne durant la deuxième partie de la gestation ou juste avant les chaleurs pour les vaccins contre-indiqués durant la gestation (Chastant-Maillard et al. 2017; Pereira et al. 2022). Sinon la réalisation de titrages sérologique pour connaître les niveaux d'anticorps maternels est toujours possible (Smith 2011).

Valence	Primovaccination		Rappel
	Du jeune	De l'adulte	
Parvovirose (CPV-2) Maladie de Carrée (CDV) Hépatite de Rubarth (CAV-1)	A partir de 6 à 8 semaines, injection toutes les 4 semaines jusqu'à 16 semaines, puis une injection entre 26 et 52 semaines (le plus près de 26 semaines)	1 injection	Pas plus que tous les 3 ans
Leptospirose (<i>Leptospira spp</i>)	2 injections à 4 semaines d'intervalle		Tous les ans (maximum 15 mois)
Herpèsvirose canine (CHV-1)	1 ^{ère} injection pendant les chaleurs ou 7 à 10 jours après la date présumée de la saillie 2 ^e injection 1 à 2 semaines avant la date présumée de la mise bas		A chaque gestation

Tableau 3 : Protocoles vaccinaux recommandés chez les chiennes mises à la reproduction.

Source : Soline LEPOULTIER, d'après Freyburger 2019.

Ensuite, la prophylaxie antiparasitaire de la mère passe par la vermifugation avant et pendant la gestation, pour limiter tout transfert transplacentaire, transmammaire ou environnemental de parasites. On traitera la mère, mais aussi les autres animaux du foyer. Tout comme la vaccination, les traitements antiparasitaires doivent être répétés pendant la gestation.

3. *Choix des parents*

La prévention de la mortalité néonatale commence dès le choix des parents. Les chiennes présentant des troubles ou malformations obstétricales, peu fertiles et prolifiques, ou ayant de très faibles compétences maternelles sont à exclure de la reproduction.

La sélection raciale, par le choix des standards phénotypiques recherchés, contribue également à l'apparition de problèmes de fertilité, reproduction et de mortalité néonatale. Un exemple manifeste de ce phénomène est représenté par les races brachycéphales, chez lesquelles la reproduction naturelle est maintenant quasiment impossible. Une disproportion morphologique a été sélectionnée (crâne globuleux et large avec un bassin étroit) favorisant fortement les dystocies, et donc la mortalité néonatale (Uchańska et al. 2022).

Par ailleurs, dans le cadre de la sélection raciale, des individus plus ou moins apparentés ont été reproduits ensemble. La consanguinité augmente, provoque une augmentation de l'homozygotie et l'expression d'allèles récessives délétères. La consanguinité contribue également à diminuer le nombre de chiots par portée, augmenter l'apparition de maladies héréditaires ou de malformations congénitales et donc impacte significativement la survie des chiots (Pereira et al. 2022).

Plus de 400 maladies génétiques sont reconnues chez le chien, spécifiques ou non de race. Les chiens croisés ne sont pas épargnés (Smith 2011). De manière globale, les chiennes présentant des maladies héréditaires, ou anomalies génétiques doivent donc être écartées de la reproduction. Les individus porteurs d'allèles récessifs délétères doivent être reproduits après grande précaution, préférablement avec des individus homozygotes sains. On écartera également les chiennes ayant déjà produit des chiots malformés, si aucune cause iatrogène n'a été déterminée (Pereira et al. 2022). Il peut donc être intéressant, face à un nouveau-né malformé d'essayer de déterminer l'origine de la malformation (Figure 11) pour savoir si l'on exclut ou non une chienne de la reproduction (Casal 2012).

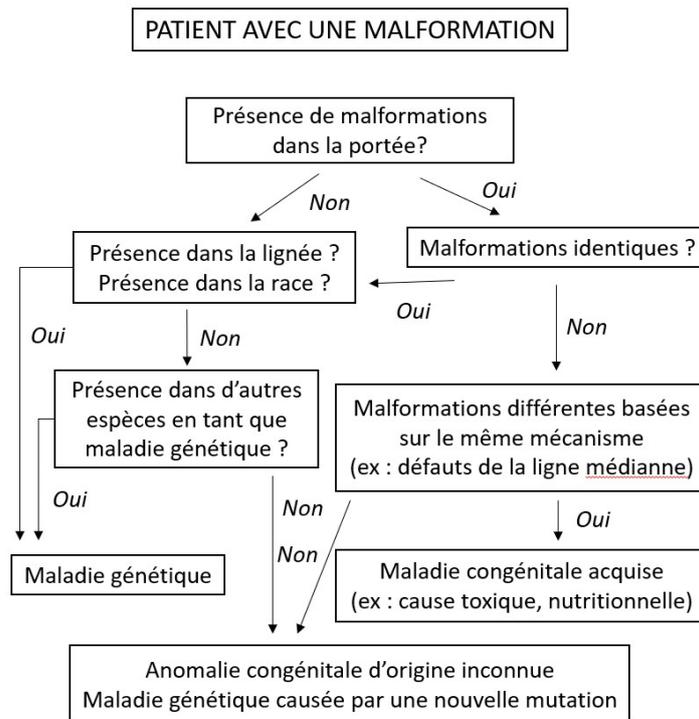


Figure 11 : Clef de détermination de l'origine d'une malformation congénitale.

Source : Casal 2012 (Autorisation accordée par l'éditeur)

Ainsi, choisir le meilleur mariage à la fois au vu des caractéristiques phénotypiques et au vu des considérations médicales peut-être parfois difficile. Le praticien se doit d'orienter le propriétaire vers le meilleur choix possible pour la santé des chiots et de la mère, et indirectement de la race. La Société Centrale Canine, ou encore certains clubs de race fournissent des informations (coefficient de consanguinité, dépistages génétiques effectués) utiles au choix des mariages. Des tests génétiques spécifiques de maladie sont aussi disponibles. Le Comité des maladies héréditaire de l'association mondiale des vétérinaires des animaux de compagnie (Hereditary Disease Committee of the World Small Animal Veterinarian Association) répertorie les tests disponibles (Smith 2011; Uchańska et al. 2022).

La prévention de la mortalité néonatale commence bien avant la naissance des chiots, et même avant la mise à la reproduction de la chienne.

La formation de l'éleveur est un premier pilier essentiel. Des lacunes concernant les facteurs environnementaux, maternels ou la physiologie des nouveau-nés peuvent être fatales. Les points à appuyer auprès des éleveurs sont ; les conditions environnementales, le choix des parents, l'importance du suivi du poids et la prévention de la triade. Par ailleurs, les éleveurs ont beaucoup à apprendre au praticien également !

Une prophylaxie vaccinale et antiparasitaire rigoureuse est primordiale. La chienne doit être vaccinée contre les valences essentielles à minima (CHP L) et contre le CHV 1 à l'approche de la gestation.

Le choix des parents est effectué par l'éleveur et reflète souvent les caractéristiques phénotypiques souhaitées. Néanmoins, il faut garder en mémoire diverses considérations médicales : consanguinité, porteurs ou atteints de maladies génétiques, reproducteurs ayant déjà produits des chiots malformés sans cause iatrogène....

ii. Mesures postnatales

1. *Mesures de réanimation*

Les mesures de réanimation néonatales sont utilisées couramment, à la suite d'une mise-bas par césarienne, mais aussi parfois par voie basse si la chienne ne parvient pas à stimuler respiration et pleurs dans la première minute de vie. La réanimation permet d'accompagner les nouveau-nés dans la transition entre la vie intra et extra-utérine (Wilborn 2018; Davidson, Cain 2023).

La mise en place de mesures de réanimation est stressante pour le vétérinaire et le personnel médical. Avoir une équipe confiante est primordiale et passe à la fois par la préparation en amont d'un matériel spécifique (Tableau 4), disponible rapidement, et par la formation du personnel la réalisant. Revoir les bases de ces techniques tous les ans au sein d'une clinique est recommandable (Wilborn 2018). Instruire les éleveurs sur certaines de ces méthodes peut aussi être intéressant (Davidson, Cain 2023).

Matériel nécessaire à la réanimation des chiots

- Aiguille de 25 G
- Mouche-bébé, cathéter DeLee ou seringue à ballon
- Petits masques à oxygènes
- Serviettes sèches et chaudes
- Sources de chaleur : lampes chauffantes, bouillottes...
- Couveuse
- Clamps et ciseaux
- Fil de suture monofilament 3-0
- Teinture d'iode à 2%
- Bols pour bain d'eau chaude
- Thermomètre rectal
- Stéthoscope pédiatrique +/- Doppler
- Balance de cuisine
- Source d'oxygène
- Masque à oxygène
- Sonde d'intubation de 2mm, cathéter veineux 12 à 16 G, cathéter en caoutchou 5 ou 6 F
- Molécules utiles : naloxone, doxapram, epinephrine, dextrose

Tableau 4 : Matériel nécessaire à la réanimation néonatale.

Source : Lepoultier Soline d'après Wilborn 2018; Davidson, Cain 2023.

L'utilisation d'une baignoire remplie d'un fond d'eau chaude, recouverte d'une grille et de serviettes sèches fait un bon espace de travail. Plusieurs personnes peuvent travailler ensemble sur la portée, le matériel peut être placé sur un plan de travail adjacent et l'utilisation d'eau chaude permet de réchauffer les chiots par la même occasion (Wilborn 2018).

1.1. Voies respiratoires

Dans un premier temps, il convient de dégager les annexes fœtales qui peuvent obstruer les voies respiratoires supérieures. Ensuite l'utilisation d'un mouche bébé (ou d'un cathéter DeLee) permet d'aspirer et de quantifier les sécrétions présentes dans la bouche et le nez du chiot (Figure 12) (Wilborn 2018). Si le chiot présente des traces de méconium au pourtour de la bouche ou du nez, l'utilisation d'un cathéter urétral félin pour aspirer plus profondément permet le retrait du méconium inspiré. Cette technique reste controversée au vu du risque de lésions des voies respiratoires (Traas 2008).

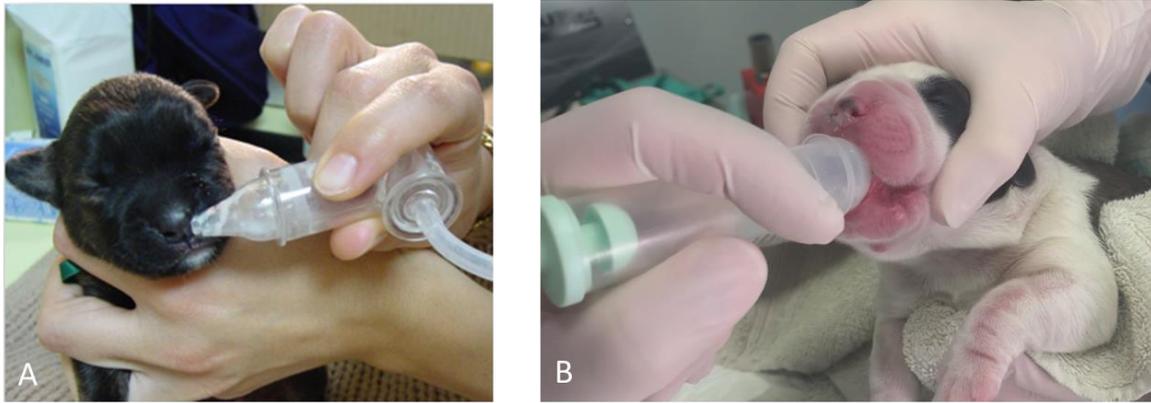


Figure 12 : Utilisation d'un mouche-bébé. Dégagement des voies nasales (A) et buccales (B)

Source : Emilie ROSSET, Centre d'étude et de recherche en reproduction et élevage des carnivores, VetagroSup

Frotter énergiquement le chiot à rebrousse-poil le long de la colonne vertébrale à l'aide d'une serviette sèche tout en le maintenant la tête en bas stimule la respiration tout en permettant l'expectoration des dernières sécrétions (Wilborn 2018). Les régions génitales et ombilicales constituent également un point de stimulation respiratoire durant les 3 premiers jours (Traas 2008; Grundy 2023). Balancer les chiots de bas en haut n'est plus recommandé. Cette technique présente un risque de chute et de traumatismes, favorise le développement d'hémorragies cérébrales dues à la force centrifuge et peut engendrer des fausses déglutitions (Wilborn 2018; Davidson, Cain 2023; Traas 2008).

L'utilisation de techniques d'acupuncture peut être intéressante. On utilisera une aiguille de 25 à 27 gauges placée au niveau du philtrum nasal, en effectuant un mouvement de rotation une fois le cartilage atteint (Figure 13). En stimulant ainsi le point d'acupuncture GV26, on stimule la respiration (Wilborn 2018; Rickard 2011).

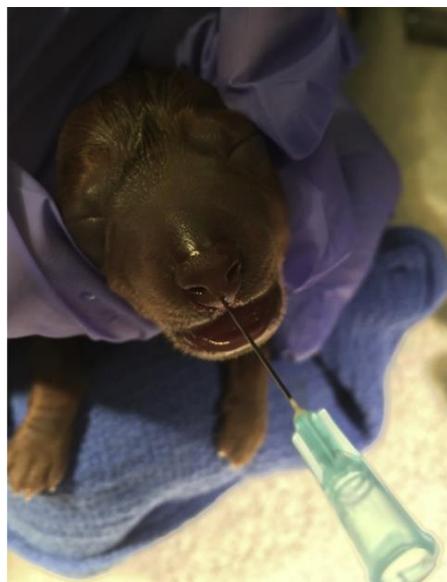


Figure 13 : Utilisation de techniques d'acupuncture (GV 26) pour stimuler la respiration.

Source : Wilborn 2018 (Autorisation accordée par l'éditeur)

Si la respiration est toujours laborieuse, mettre en place une oxygénothérapie est crucial. L'utilisation du flow-by est possible mais le choix d'un masque de taille adapté est préférable (Figure 14). On choisira une fraction inspirée en dioxygène (FiO₂) de 40 à 60%. Si aucune amélioration n'est visible au bout d'une minute, et qu'un défaut d'expansion des poumons est probable, on exercera une ventilation à pression positive. On choisira une pression de 20 à 30 cm d'eau à une fréquence respiratoire de 20 à 30 mpm (Wilborn 2018; Davidson, Cain 2023; Traas 2008).



Figure 14 : Ventilation à pression positive avec masque. Palpation de la fréquence cardiaque simultanément.

Source : Davidson, Cain 2023 (Autorisation accordée par l'éditeur).

L'intubation est utilisable en dernier recours, sa mise en place étant difficile et potentiellement traumatique chez des animaux de si petite taille. Malgré tout, si la ventilation par masque n'est pas efficace au bout de 3 à 5 min, il faut intuber (Rickard 2011). La petitesse des voies respiratoire rend parfois difficile l'utilisation des plus petites sondes d'intubation (2mm), on pourra alors prendre des cathéters en caoutchouc rouge de 5 ou 6F, ou des cathéters intraveineux de 12 à 16 G (Wilborn 2018; Traas 2008). Une fois intubé, on appliquera une pression positive de 30 à 60 cm d'eau pour étendre les poumons. On repassera ensuite à une pression de 10 cm d'eau, en faisant des pauses régulières pour apprécier une éventuelle reprise de la respiration spontanée (Traas 2008).

Après utilisation des précédentes méthodes pendant 1 à 2 minutes, un traitement médicamenteux peut être utilisé si le nouveau-né ne respire toujours pas correctement. Le chlorydrate de doxapram est un stimulant respiratoire central qui peut être administré à la posologie de 0,1mL par voie sublinguale, intramusculaire ou intraveineuse (Traas 2008). Néanmoins, il est inefficace si le cerveau est hypoxique, et ne doit pas être utilisé si le chiot n'a pas été vivant pendant au moins 15 min auparavant, ou s'il est apnéique (Wilborn 2018; Rickard 2011).

1.2. Système cardiovasculaire

En parallèle des premières mesures visant à stimuler la respiration, la fréquence et le rythme cardiaque doivent être évalués par palpation ou par auscultation (Davidson, Cain 2023).

Chez le nouveau-né l'hypoxie à la naissance provoque une hypoxémie myocardique causant la bradycardie et éventuellement un arrêt cardiaque. L'oxygénothérapie constitue le traitement de choix, et permet généralement de lever cette bradycardie. Lorsque ce n'est pas suffisant, le pronostic s'assombri fortement. Un massage cardiaque doit être réalisé, en comprimant latéralement les parois thoraciques entre le pouce et l'index à une fréquence d'un à deux battement par seconde (Davidson 2014; Rickard 2011; Grundy 2023).

Ensuite, la mise en place de traitement médicamenteux peut-être nécessaire et dépend notamment du protocole anesthésique mis en place chez la mère lors de césarienne. La naloxone pourra être administrée uniquement chez les chiots dont la mère a reçu des opioïdes en prémédication. La posologie est de 0,1 mg/kg IV, SC ou IM. (Wilborn 2018; Traas 2008). L'atropine est inefficace chez les nouveau-nés de moins de 14 jours, puisque le tonus vagal n'est pas complètement développé (Wilborn 2018; Grundy 2006). Son administration peut au contraire provoquer une tachycardie, augmentant l'hypoxémie du myocarde (Rickard 2011). L'épinéphrine (ou adrénaline) peut être utilisée en dernier recours lors d'arrêt cardiaque. L'intervalle de posologies employées est large ; de 10 à 200 µg/kg par voie IV au niveau de la veine ombilicale ou par voie IO (Rickard 2011; Davidson 2014).

1.3. Omphalic

Le cordon est normalement coupé par la mère lors du part. Le praticien peut tout de même être amené à le sectionner lors de césarienne par exemple. Le cordon doit être clampé entre 0,5 à 1 cm de la paroi abdominale, sectionné, puis suturé (Rickard 2011).

La désinfection permet la lutte contre les infections bactériennes ascendantes provoquant omphalites puis péritonite. Elle s'effectue à l'aide de bétadine, de chlorhexidine ou préférentiellement de teinture d'iode à 2% qui permet une dessiccation plus rapide du cordon. Il doit être sec et propre après 24h (Figure 15) (Rickard 2011; Davidson 2014). Le cordon tombe dans les 2 à 3 jours suivants (Lopate, Seksel 2012).

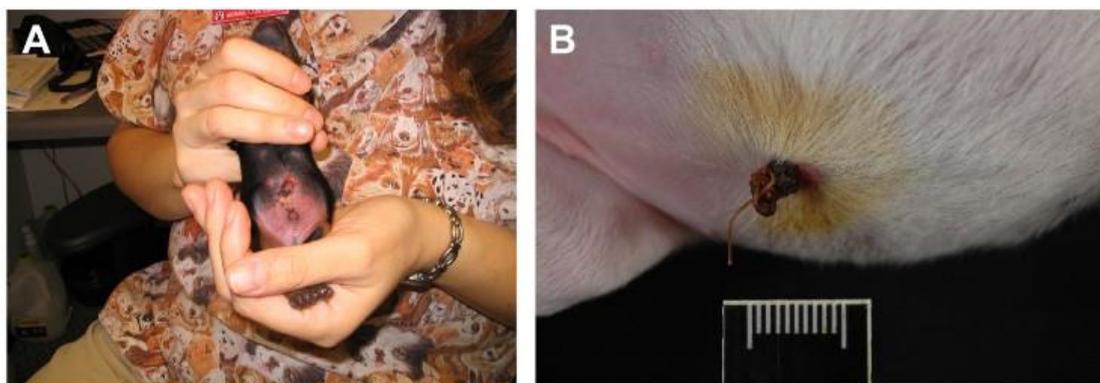


Figure 15 : Soins ombilicaux. (A) Omphalic clampé, ligaturé, coupé puis trempé dans de la teinture d'iode à 2%. (B) Omphalic normal, 24h après la section et les soins.

Source : Davidson, Cain 2023 (Autorisation accordée par l'éditeur)

1.4. Mesures de réchauffement

Réchauffer le nouveau-né est primordial pour lutter contre l'hypothermie, et permettre aux mesures de réanimation d'être efficaces. Certains gestes simples permettent de commencer ces mesures de réchauffement parallèlement à la réanimation. Ainsi, le choix d'une baignoire remplie d'eau chaude comme espace de travail, de serviettes déjà chaudes pour sécher le chiot, ou encore le retrait rapide des annexes fœtales contribuent aussi à sécher et réchauffer le chiot (Wilborn 2018). On peut également plonger le chiot dans un bain d'eau chaude (35 à 37,2°C) pendant la réanimation (Figure 16). Travailler en dessous d'une lampe chauffante ou sur un tapis chauffant est aussi possible. Après la réanimation, le chiot doit être placé en couveuse jusqu'à ce que la chienne ait la capacité de s'en occuper (Davidson 2014).



Figure 16 : Bain d'eau chaude pour lutter contre l'hypothermie, avec palpation du rythme cardiaque durant la réanimation.

Source : Davidson, Cain 2023 (Autorisation accordée par l'éditeur).

1.5. Apport d'énergie

Les réserves en glucose d'un chiot sont faibles, et lors de réanimation prolongée, fournir de l'énergie au chiot devient primordial. Dans un premier temps, si le chiot peut être nourri par voie orale, faire téter la mère ou nourrir le chiot au biberon est conseillé. En seconde intention, une unique administration de glucose à 50% au contact des muqueuses ou par sondage oro-gastrique est possible (Davidson, Cain 2023; Traas 2008).

Chez les chiots présentant une hypoglycémie avérée (glycémie inférieure à 40 mg/dL), on préférera l'administration de 0,1 à 0,2 mL de dextrose à 2,5 ou 5% par voie intraveineuse ou intra-osseuse. L'utilisation de la voie sous-cutanée est possible chez les chiots ne pouvant pas téter (1mL/30g de poids de dextrose 2,5% mélangé à une solution saline), mais présente des risques d'abcédation (Davidson 2014).

1.6. Arrêt de la réanimation

L'arrêt de la réanimation a lieu, malgré les efforts du personnel médical dans deux cas : après 15 à 20 min de réanimation restées sans réponse ou avec une respiration agonique ou une bradycardie persistante, ou lorsque de graves malformations congénitales ont été découvertes (Davidson 2014).

La **réanimation néonatale** vise à prendre en charge tout nouveau-né présentant des difficultés respiratoires et/ou cardiovasculaires à la naissance. Son **but** est de stabiliser le chiot et d'accompagner la transition vers la vie extra-utérine. Elle nécessite un matériel spécifique et une équipe formée.

Elle contient **plusieurs étapes** à retenir :

1. Dégagement des **voies respiratoires** et stimulation de la respiration
2. Stimulation de la **fonction cardiovasculaire** ; lutte contre les bradycardies et arrêts
3. Section et **soins de l'ombilic**
4. **Lutte contre l'hypothermie**

Plus la réanimation se prolonge, plus les mesures mises en place font appel à des traitements médicamenteux ou à des mesures plus invasives (ex : intubation). Lorsqu'elle s'éternise ou si de sévères malformations sont visibles, il convient de savoir arrêter.

2. Scores de vitalité

A la suite du part, l'adaptation à la vie extra-utérine est difficile pour le chiot nouveau-né, dont l'organisme est encore immature. La mortalité périnatale est particulièrement élevée après le part et durant les premiers jours de vie (Blunden 2012). Déceler les chiots ayant besoins de soins supplémentaires à la naissance est crucial et permet d'augmenter leurs chances de survie. Des scores de vitalité ont donc été construits.

2.1. Score Apgar

Le score Apgar, inventé en médecine humaine par Virginia Apgar puis adapté en médecine vétérinaire par Veronesi, permet d'évaluer la vitalité et le statut clinique d'un nouveau-né. Il prend en compte 5 critères ; la fréquence cardiaque, l'effort respiratoire, le tonus musculaire, la couleur des muqueuses et la réponse aux stimuli. Les cris et vocalises à la naissance forment un critère majeur pour évaluer l'effort respiratoire des chiots. La fréquence respiratoire permet une évaluation plus complète. La réponse aux stimuli est évaluée par compression de l'extrémité d'un membre ; l'absence de réponse donne un score à 0, une flexion faible du membre donne un score de 1 tandis qu'un retrait du membre associé à des vocalisations est noté à 2. On peut aussi utiliser un pincement au niveau de la nuque (Wilborn 2018). L'activité du chiot est évaluée par l'observation de son tonus musculaire. Le score global est obtenu en faisant la somme des scores de chaque paramètre. Un score de 7 à 10 signe l'absence de détresse, 4 à 6 une détresse modérée, et de 0 à 3 une détresse sévère (Veronesi et al. 2009). Ce score est présenté dans le tableau 5.

Les chiots dont le score Apgar est inférieur à 7 durant les 8 premières heures de vie ont un taux de mortalité plus élevé. La mortalité est d'autant plus élevée chez les chiots en grande détresse à la naissance, présentant un score de 0 à 3 (Veronesi et al. 2009; Wilborn 2018).

Paramètre	Score		
	0	1	2
Fréquence cardiaque (bpm)	< 180	180 – 220	> 220
Effort respiratoire			
Fréquence respiratoire (mpm)	< 6	6 -15	> 15
Vocalises	Absentes	Pleurs faibles	Pleurs
Tonus musculaire	Flasque	Flexions	Actif
Couleur des muqueuses	Cyanosées	Pâles	Roses
Réponses aux stimuli	Absente	Grimaces	Vigoureuse

Tableau 5 : Score Apgar modifié adapté à la médecine vétérinaire canine.

Source : Veronesi et al. 2009 (Autorisation accordée par l'éditeur)

Certains auteurs utilisent des variantes différentes du score Apgar. Groppetti et al. incluent notamment le réflexe de succion et les vocalises comme des paramètres à part entière et obtiennent un score sur 14 (Groppetti et al. 2010).

Le terme Apgar est aussi considéré en médecine humaine comme un acronyme, permettant de se souvenir facilement des paramètres à mesurer : **A**pparence, **P**ouls, **G**rimace, **A**ctivité et **R**espiration (Wilborn 2018). Ce moment mnémotechnique est adaptable chez les chiens également (Figure 17).

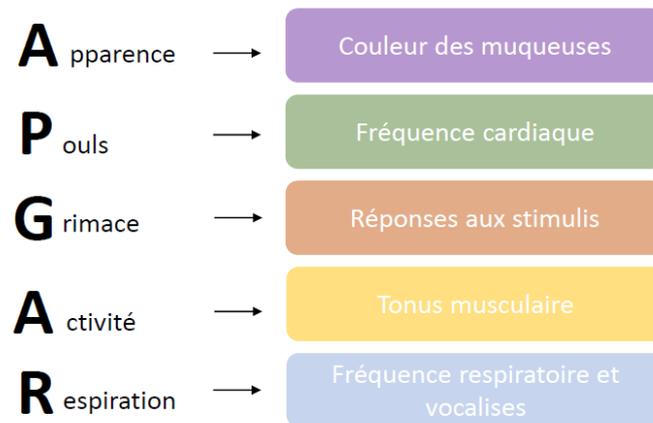


Figure 17 : Retenir les paramètres du score Apgar.

Source : Lepoultier Soline d'après Wilborn 2018.

2.2. Réflexes

L'appréciation des réflexes à la naissance constitue également un bon moyen d'évaluer la vitalité d'un chiot à la naissance. Vassalo et al. utilisent trois réflexes présents à la naissance ; le réflexe de succion, le réflexe de foussement et le réflexe de redressement.

On teste le réflexe de succion en plaçant l'extrémité de l'auriculaire dans la bouche du chiot. Cela permet d'apprécier la force du réflexe mais aussi sa fréquence. Attention cependant, certains chiots perdent ce réflexe lors du test lorsque le doigt du praticien est froid ou sent le désinfectant par exemple (Root Kustritz 2011). Le réflexe de foussement

permet au chiot de trouver la mamelle. Former un cercle entre son pouce et son index permet de tester ce réflexe, le chiot doit fouiner et pousser dans ce cercle. Enfin, mettre un chiot sur le dos permet de tester le réflexe de redressement. La démonstration de ces

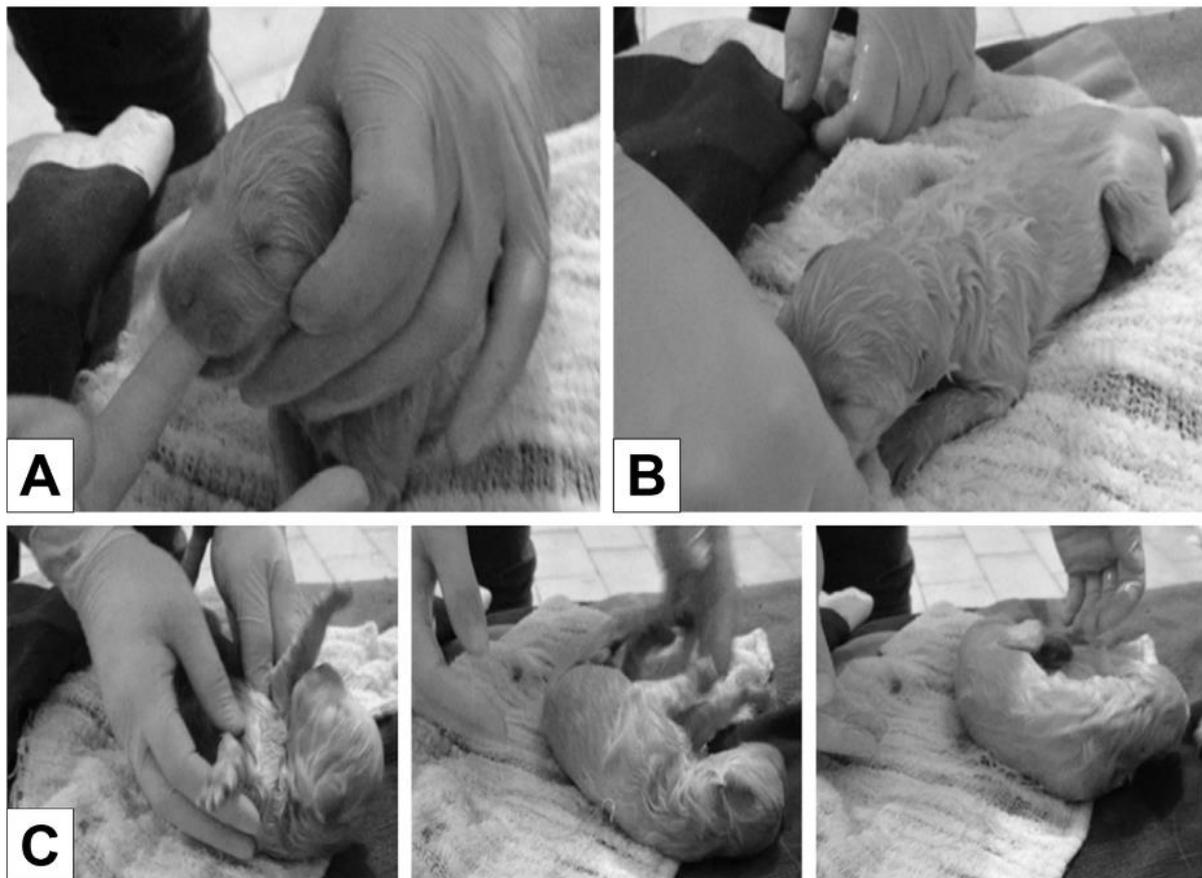


Figure 18 : Démonstration des réflexes de succion (A), foussement (B) et de redressement (C) chez un nouveau-né.

Source : Vassalo et al. 2015 (Autorisation accordée par l'éditeur)

réflexes est présentée dans la figure 18.

Suivant le même principe du score Apgar, un score de 0 à 2 est donné pour chaque réflexe (Tableau 6). L'addition des trois scores donne un score de viabilité globale. Un score de 0 à 2 indique que viabilité faible, de 3 à 4 une viabilité moyenne, tandis qu'un score de 5 ou 6 est indicateur d'une bonne viabilité.

Réflexe	Score		
	0	1	2
Succion	Absent	Faible > 3 suctions/min	Fort 5 suctions/min
Foussement	Absent	Mise en place lente du museau dans le cercle	Mise en place immédiate du museau dans le cercle
Redressement	Absent	Lent	Rapide

Tableau 6 : Evaluation des réflexes de vitalité chez le chiot.

Source : Vassalo et al. 2015 (Autorisation accordée par l'éditeur)

2.3. Intérêt pratique

L'évaluation du score Apgar et des réflexes est rapide, simple, non invasive et constitue un bon indicateur prédictif de la mortalité néonatale.

La transition entre la vie intra et extra utérine est difficile et peut mener à une dépression transitoire des grandes fonctions. Ainsi, obtenir un score Apgar diminué dans les cinq premières minutes de vie est possible, et on observe généralement une normalisation de ce score dans les 5 min, qui se maintient une heure après la naissance (Vassalo et al. 2015). Il est donc primordial de mesurer ces scores plusieurs fois après la naissance, par exemple à 5min, 30min puis à 2h. L'utilisation de fiches regroupant tous les paramètres et informations du chiot est intéressante. Cela permet de gagner en efficacité et de comparer les résultats obtenus au cours du temps.

Les scores de vitalités sont donc un moyen simple pratique et efficace d'évaluer un nouveau-né à la naissance puis dans les jours suivants.

Le score Apgar est une base solide à toujours garder en tête, à laquelle s'ajoute un score évaluant les réflexes.

3. Analyses biologiques

Certaines analyses biologiques réalisées dès la naissance peuvent également constituer des indicateurs prédictifs du risque de mortalité.

La mesure des lactates, indicateurs d'hypoxie, a été proposée. Elle se fait au niveau de la veine ombilicale. On observe alors que les concentrations en lactates augmentent significativement chez les chiots dont le score Apgar est faible, et est prédictive de la mortalité néonatale dans les premières 48h de vie. Groppetti et al. proposent alors un seuil de 5 mmol/L au-dessus duquel le chiot est en détresse (Groppetti et al. 2010). Néanmoins, la mesure de la lactémie du chiot, lorsqu'elle est réalisée plus tardivement (jusqu'à 8h après le part), ne s'avère plus prédictive de la mortalité néonatale. L'utilisation des lactates reste donc assez peu pratique (Hanna Mila et al. 2017).

La glycémie s'est aussi avérée être un indicateur prédictif. Elle constitue en fait un marqueur de la prise de colostrum, source d'énergie et d'immunoglobulines, indispensable à la survie du nouveau-né. Dans une étude de Mila et al. une glycémie inférieure à 92 mg/dL à J1 est associée à un risque accru de mortalité pendant toute la période néonatale. Cette valeur est bien loin des 40mg/dL, seuil de l'hypoglycémie. Ainsi, la majorité des chiots décédés dans cette étude n'étaient pas en hypoglycémie au sens strict mais présentait seulement une concentration diminuée de glucose dans le sang (Hanna Mila et al. 2017).

Par ailleurs, la température rectale n'est pas liée à la mortalité néonatale, suggérant qu'avec une température environnementale adaptée, l'hypothermie seule, n'est pas un facteur de risque prépondérant. Les corps cétoniques, la densité urinaire ne sont pas non plus utilisables en tant qu'outils prédictifs (Hanna Mila et al. 2017).

La glycémie, marqueur de la prise de colostrum, et les lactates (mesurés à la naissance), marqueurs d'hypoxie sont des indicateurs prédictifs de mortalités néonatales. Leur mesure ne nécessite qu'une goutte de sang et est facilement réalisable.

b. Diagnostic du chiot nouveau-né malade

i. Examen clinique

1. *Matériel*

La petite taille des chiots nécessite l'utilisation d'un matériel adapté. On utilisera un stéthoscope pédiatrique, un otoscope pour examiner de la cavité buccale et un thermomètre rectal électronique à embout fin et flexible et pouvant mesurer la température dès 32°C minimum (Münnich, Küchenmeister 2014; Casal 2012). Si le chiot est présenté seul, il peut être intéressant de demander d'emmener un autre chiot de la portée pour comparer la taille et l'état clinique des chiots.

2. *Déroulement*

L'examen clinique d'un chiot doit être méthodique et systématique, tout comme chez l'adulte (Rickard 2011). Dans un premier temps, on observe le chiot à distance. Un chiot en bonne santé est actif, bouge et reste avec sa portée. Il dort 90% du temps et tête la mère toutes les 1 à 2 heures. Un chiot qui tête constamment a sûrement un réflexe de succion inefficace, et reçoit trop peu de lait. Tout chiot agité, qui pleure pendant plus de 20 min, à l'écart, ou abattu et léthargique doit attirer l'attention de l'éleveur ou du praticien (Lopate, Seksel 2012; Münnich, Küchenmeister 2014; Blunden 2012).

Connaitre le développement locomoteur et postural physiologique est important pour évaluer correctement l'état clinique d'un chiot, notamment la léthargie ou l'abattement. Les différentes étapes sont présentées dans la figure 19 (Grundy 2023). L'objectif est de ne pas confondre un manque de mobilité dû à une immaturité physiologique d'un déficit dû à une léthargie anormale. Tester les réflexes de redressement et de foussements, présents à la naissance est une base solide. Ensuite, lorsque qu'un chiot est suspendu par la tête, son dos se courbe, cela correspond à un excès de flexion des muscles vertébraux. Passé 4 ou 5 jours, une persistance de cette dominance des fléchisseurs est anormale (Lopate, Seksel 2012; Beaver 2009).

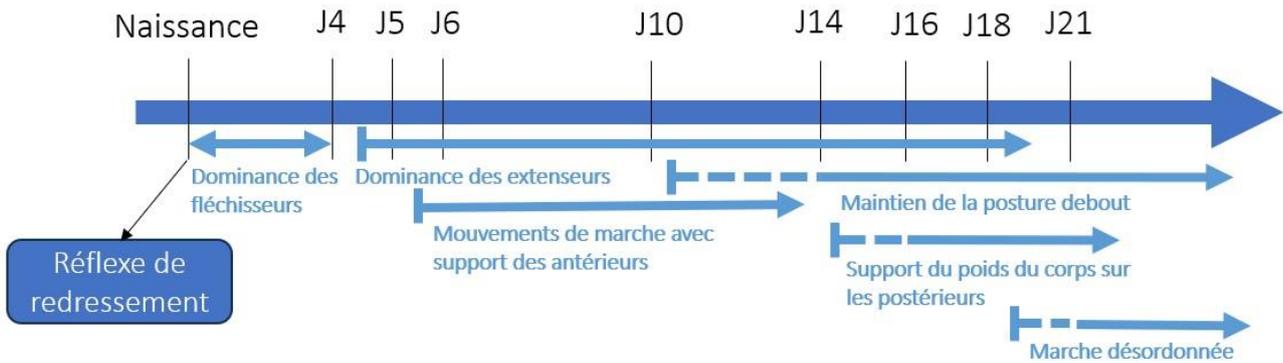


Figure 19 : Développement de la locomotion et de la posture chez le chiot.

Source : Lepoultier Soline d'après Grundy 2023.

Ensuite, l'examen rapproché permet d'apprécier l'aspect global du chiot ; il doit être charnu, avoir un pelage propre et lisse. Un abdomen ventru, distendu et un pelage terne et mité associé à un aspect chétif sont des signes d'infestation parasitaire. La peau doit être rose vif, élastique et chaude (Blunden 2012). On procède ensuite à l'examen du chiot de la tête à la queue, ou par système. Une liste des principales caractéristiques à examiner ainsi que les valeurs usuelles des paramètres mesurables sont présentées dans les tableaux 7 et 8. L'ouverture des fontanelles à la naissance est possible chez certaines races miniatures. Cela n'entraîne pas nécessairement le développement d'anomalies neurologiques mais doit être surveillé et suivi. La présence de souffles cardiaques est possible jusqu'à 3 mois d'âge, sans autre signe de maladie cardiaque. La palpation abdominale doit être indolore, et ne doit pas montrer de distension (Lopate, Seksel 2012). Vérifier que le chiot urine correctement est aussi nécessaire (Rickard 2011).

Tête	Abdomen
<ul style="list-style-type: none"> • Présence de fentes palatines ou labiales ? • Fontanelles ouvertes ? Crâne en dôme ? • Paupières closes jusqu'à 10 à 14 jours 	<ul style="list-style-type: none"> • Peau rose • Présence d'hernies • Omphalite propre et sec • Auscultation : borborygmes • Anus perméable, sans rougeur ni œdème • Palpation : distension ?
Système respiratoire	Membres
<ul style="list-style-type: none"> • Respiration régulière et facile • Fréquence respiratoire normale • Auscultation : bruits pulmonaires ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Extrémités roses, non froides • Tonus musculaire bon
Système cardiovasculaire	Peau
<ul style="list-style-type: none"> • Fréquence cardiaque / Rythme / Pouls • Souffle cardiaque ? • Couleur des muqueuses • Déshydratation ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Rose et élastique • Dermatite ? • Parasitisme ?

Tableau 7 : Principales caractéristiques à examiner chez un chiot nouveau-né.

Source : Soline LEPOULTIER d'après Münnich, Küchenmeister 2014; Lopate, Seksel 2012; Root Kustritz 2011

	Unité	Naissance	S1	S2	S3	S4
Température	°C	34,4 - 36	35 - 37,2	36,1 - 37,8		37,7
Fréquence cardiaque	bpm	200 - 250	220	212	192	137-156
Fréquence respiratoire	mpm	15 - 35				20-36
PAS/PAD (PAM)	mmHg	54/30 (40)				70/45 (60)
Couleur des muqueuses	Rose vif					

Tableau 8 : Paramètres normaux chez les chiots durant la période néonatale.

Source : Lepoultier Soline d'après Grundy 2023; 2006; Lawler 2008; Reyes-Sotelo et al. 2021; Lopate, Seksel 2012.

Par ailleurs, les scores de vitalité ne sont pas exhaustifs concernant les paramètres pris en compte, néanmoins ils restent un outil objectif pour réévaluer régulièrement l'état clinique d'un chiot. Ils peuvent donc être utilisés, non seulement à la naissance et dans les premières 24h, mais également dans les jours suivant pour suivre l'évolution de chiots malades (Root Kustritz 2011).

3. Suivi du poids

Un faible poids à la naissance ou un échec de prise de poids augmente fortement le risque de mortalité néonatale. Le gain de poids durant les 2 premiers jours de vie est prédictif de la mortalité néonatale entre le 2^e et le 21^e jour de vie. En dessous d'un gain de poids de - 4% les chiots ont presque 8 fois plus de chance de mourir (mortalité de 38,5% contre 5% chez les chiots au-dessus du seuil) (Mila, Grellet, et al. 2015).

L'arrêt de prise de poids est un signe clinique indicateur de diverses affections ou symptômes (déshydratation, septicémie, infestation parasitaire par exemple). La stagnation du poids précède souvent (jusqu'à 16h avant) tout autre signe clinique. Le suivi du poids est alors un indicateur primordial de bonne santé chez les nouveau-nés (Root Kustritz 2011; Wilborn 2018).

Idéalement, il faut peser le chiot, à la naissance, 12h après puis 2 fois par jour, au moins pendant la première semaine. Ensuite, on pourra passer à une pesée quotidienne si le gain est adapté. Durant les premières 24h de vie, un chiot peut perdre jusqu'à 10 % de son poids de naissance, cela correspond majoritairement à une perte d'eau physiologique et à l'expulsion du méconium. Les jours suivants, il doit gagner quotidiennement 5% à 20% de son poids et doubler son poids de naissance aux alentours du 10^e jours (Root Kustritz 2011; Wilborn 2018; Lopate, Seksel 2012; Lawler 2008; Rickard 2011; Grundy 2023). Après cela, il doit gagner quotidiennement 2 à 3g par kilo de poids adulte (Dumon 2005).

La mesure du poids est facile, peu chère, rapide et efficace pour évaluer la santé d'un chiot. Il se mesure simplement à l'aide d'une balance de cuisine mesurant en gramme pour plus de précision (Rickard 2011). Néanmoins, seulement 76% des élevages réalisent un suivi de poids régulier (Mugnier et al. 2021). Le praticien se doit d'encourager davantage cette pratique et peut fournir des grilles de suivi (Figure 20). Leur utilisation permet une régularité et une comparaison optimale des mesures (Wilborn 2018).

Chiot

Poids (en g)														
Naissance	J1		J2		J3		J4		J5		J6		J7	
	Matin	Soir												
	J8		J9		J10		J11		J12		J13		J14	
	Matin	Soir												
	J15		J16		J17		J18		J19		J20		J21	
	Matin	Soir												

Figure 20 : Grille de suivi de poids.

Source : Lepoultier Soline

Si un gain de poids est inadéquat, et que la quantité de lait ingérée est questionnable, peser le chiot avant et après la tétée permet d'estimer l'efficacité réelle de celle-ci. Une supplémentation alimentaire doit alors être mise en place par biberonnage ou par sondage oro-gastrique (Lopate, Seksel 2012; Lawler 2008; Münnich, Küchenmeister 2014). On réalimentera le chiot toutes les 3 à 4 heures pendant la première semaine, puis toutes les 4 à 6 heures (Grundy 2023). Une perte de plus de 10% du poids de naissance dans les premières 24h, ou un faible poids de naissance sont aussi des indications à la supplémentation alimentaire. Le pronostic de survie est alors pauvre (Münnich, Küchenmeister 2014; Rickard 2011).

L'examen clinique d'un chiot doit être méthodique tout comme chez l'adulte. Le nouveau-né n'est pas un adulte miniature, comparer l'examen avec un chiot de la même portée est donc recommandé.

L'examen à distance se concentre surtout sur le tonus musculaire du chiot (en adéquation avec le développement normal selon son âge), les temps de tétée, de sommeil.

L'examen rapproché permet une appréciation de l'aspect global du chiot puis une exploration système par système. Il est important de connaître les particularités physiologiques du nouveau-né pour détecter les éventuels symptômes et anomalies.

Le **suivi du poids** est un outil faisant partie intégrante de l'examen clinique du chiot. Il permet de révéler diverses affections ou symptômes. Dès le 2e jour, un chiot doit prendre quotidiennement 5 à 20% de son poids. On veillera à reporter les poids dans une grille adaptée pour suivre cette évolution.

ii. Examen post-mortem

L'expression clinique de la maladie chez les chiots nouveau-nés est souvent frustrée, non spécifique et parfois inexistante. L'évolution est rapide et le diagnostic ante mortem souvent difficile. L'examen post-mortem revêt alors une importance capitale pour diagnostiquer et éventuellement adapter les soins apportés au reste de la portée.

On veillera auparavant à recueillir le signalement du chiot (notamment sa race), la composition du foyer, la date d'apparition d'éventuels signes cliniques, leur évolution et les éléments observés lors de l'examen clinique. Les résultats des analyses biologiques ou des examens d'imageries, les traitements administrés ou encore la date et les circonstances de la mort doivent être renseignés. Selon les circonstances, une attention particulière doit être portée à la mère, et à la présence ou non de signes cliniques chez les autres chiots de la portée, ou chez les individus du foyer. Etudier les conditions d'élevage (hygiène, conditions environnementales) est intéressant également (Löhr 2011; Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

1. *Autopsie*

L'objectif d'une autopsie est de révéler des lésions macroscopiques des organes et tissus permettant éventuellement de déterminer la cause de la mort. Malgré tout, elle ne permet à elle seule d'établir la cause du décès que dans 22% des cas. Elle reste l'étape n°1 des examens post-mortem (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

1.1. Conservation du corps et transport

Idéalement, l'autopsie doit être réalisée juste après la mort pour minimiser les altérations post-mortem. Néanmoins, compte tenu des diverses contraintes pratiques, cela n'est pas toujours réalisable, le corps doit donc être stocké. Réfrigérer le corps à 4°C permet de limiter les processus d'autolyse et de putréfaction tissulaires, tout en évitant une congélation délétère. Le corps doit être placé en décubitus latéral, la bouche ouverte et les membres écartés. On évitera l'utilisation de sacs, qui ralentissent le refroidissement du corps (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

Ainsi stocké, on dispose de 2 à 3 jours maximum pour effectuer l'autopsie. Néanmoins, chez les chiots, la réalisation d'examens bactériologiques est souvent nécessaire. Or les prélèvements permettant leur réalisation doivent être faits dans les 12 à 15 heures après la mort. Passé ce délai, le microbiote intestinal contamine les autres organes internes et fausse l'analyse (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

Le corps est ensuite autopsié à la clinique ou envoyé à un laboratoire diagnostique. Le transport d'un corps entier nécessite un emballage particulier ; réfrigéré et absolument hermétique. Le transport doit être fait dans la journée ou le lendemain au maximum (Löhr 2011).

1.2. Matériel

Lorsque l'examen est réalisé à la clinique, un matériel stérile utilisé spécifiquement pour les autopsies doit être accessible. Si possible, un espace dédié doit être utilisé pour limiter les risques de contamination. Le matériel nécessaire est présenté dans le tableau 9, et revêt plusieurs utilités ; protéger le praticien, réaliser l'autopsie, les prélèvements et l'observation des lésions. Concernant la collecte d'échantillon, les pots doivent être remplis à moitié d'une solution fixatrice (formaldéhyde 3,4%) (Löhr 2011; Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

Matériel d'autopsie			
Equipement de protection individuel <ul style="list-style-type: none"> • Gants • Blouse blanche • Lunettes de protection • Tablier en plastique • Masque chirurgical 		Réaliser l'autopsie <ul style="list-style-type: none"> • Bande adhésive → attacher le cadavre • Scapels → couper les tissus mous, prélever les organes • Ciseaux et pinces coupantes → couper les os, parois, prélever les organes • Forceps → manipuler et prélever les organes • Fil → attacher les anses intestinales 	
Réaliser des prélèvements <ul style="list-style-type: none"> • Aiguilles et seringues → collecter les fluides (sang, urines, effusions...) • Tubes secs stériles → stocker les fluides prélevés • Ecouvillons stériles → collecter des échantillons • Pots stériles → collecter des portions d'organes ou tissus 		Observer et caractériser les lésions <ul style="list-style-type: none"> • Lunettes grossissantes → observer les lésions • Appareil photo (avec mode macro) → répertorier les lésions • Mètre ruban mesurer les lésions et organes 	

Tableau 9 : Matériel d'autopsie nécessaire.

Source : Lepoutier Soline d'après Löhr 2011; Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021

1.3. Déroulement

L'autopsie du chiot peut se dérouler en 12 étapes (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021; Guérard 2019; Mcdonough, Southard 2017):

Etape 1 : pesée du chiot

Peser le chiot permet d'avoir une base pour déterminer la taille relative normale des organes. C'est un outil particulièrement utile pour évaluer la taille du cœur et du cerveau. Chez les nouveau-nés, il faut également comparer le poids du chiot à ceux de la portée.

Etape 2 : examen externe du corps

Il permet de confirmer le signalement de l'animal, puis de détecter d'éventuelles lésions. Pour cela une inspection rigoureuse systématique s'impose. Une attention particulière doit être portée à tout signe de traumatisme, à la présence de malformations congénitales, aux affections touchant l'ombilic (omphalite, cavité abdominale ouverte), aux yeux et oreilles, à la corpulence ou encore à l'apparence du pelage.

Etape 3 : réalisation d'écouvillons

La détection de certains pathogènes nécessite la réalisation d'examens post-mortem complémentaires (PCR et bactériologie). Ces examens sont particulièrement utiles lors de mortalité néonatale. Des échantillons doivent donc être collectés avant même l'ouverture du cadavre ; écouvillons rectaux, nasaux et oculaires selon les pathogènes suspectés.

Etape 4 : fixation du cadavre

Le corps est fixé à l'aide de bande adhésive en décubitus dorsal.

Etape 5 : ouverture stérile de la cavité abdominale et prélèvements bactériologiques

Afin d'éviter toute contamination et surtout parce que les infections bactériennes sont courantes chez les nouveau-nés, l'ouverture de la paroi abdominale doit se faire stérilement. Après tonte de la zone ventrale du chiot, il est conseillé d'utiliser des produits à base d'iode ou de l'alcool. Ensuite, il faut inciser à l'aide d'un bistouri stérile la paroi en traçant une ligne entre le processus xiphoïde et la symphyse pubienne tout en préservant la région ombilicale. La présence d'hernie ombilicale, d'omphalite ou d'omphalo-phlébite doit être vérifiée dans cette région. Un échantillon de rate est prélevé dans un tube stérile pour analyse bactériologiques. Les éventuels épanchements péritonéaux doivent être collectés également.

Etape 6 : ouverture de la cavité thoracique

Dans un premier temps, il convient de contrôler le vide pleural. Pour cela, il faut ponctionner le diaphragme à l'aide d'un bistouri. Si aucun appel d'air n'est présent, le chiot n'a jamais respiré ou présente un pneumothorax (souvent d'origine traumatique). Le diaphragme est ensuite désinséré, puis les côtes sont coupées à l'aide d'une pince coupante. C'est à cette étape que les éventuels épanchements sont récoltés.

Etape 7 : observation des organes en place

Les organes doivent être observés en place avant toute manipulation. Toute anomalie dans la position, la forme, la couleur, ou le volume doit être notée. Des adhésions, masses, effusions peuvent aussi être présentes. Attention cependant, l'augmentation de taille du foie et du thymus est normale chez le nouveau-né. Par ailleurs, la détection d'anomalies congénitales requiert souvent l'examen des organes in situ, avant leur retrait (Löhr 2011).

Etape 8 : prélèvements d'organe pour des analyses complémentaires

Lors de suspicion d'infection bactérienne ou virale, il est possible de prélever différents organes. Pour éviter au maximum les contaminations, des outils stériles différents doivent être utilisés pour chaque organe. Les échantillons sont ensuite placés dans des tubes secs ou pots.

Etape 9 : éviscération entière du cadavre

Il est conseillé de réaliser l'autopsie complète du chiot, et donc de l'éviscérer en entier. La méthode est systématique et correspond à celle utilisée sur des animaux plus âgés. On libère

l'ensemble langue larynx, pharynx, trachée et œsophage en sectionnant muscles, voile du palais et hyoïde. Cela permet ensuite le retrait des organes thoraciques puis abdominaux.

Etape 10 : séparation et observation des organes

L'étude des organes par système permet d'être exhaustif dans l'examen et de ne rien oublier. Chaque organe doit être examiné individuellement après son retrait. La forme, la taille, la consistance, la couleur et la présence de toute anomalie sont étudiées. La présence d'adhérences anormales, d'épanchements, de liquides, de corps étrangers, ou encore de parasites doit être vérifiée. Un test de flottaison pulmonaire est réalisé chez les chiots décédés durant les premières heures de vie pour savoir si le chiot a respiré ou non. Si le poumon coule, le chiot n'a pas respiré ou le poumon présente une consolidation.

La petite taille des chiots rend rapide mais difficile l'examen des organes. L'utilisation de loupes ou lunettes grossissantes peut être utile.

Attention à ne pas confondre les modifications post-mortem non lésionnelles avec des lésions réelles.

Etape 11 : ouverture de la boîte crânienne

Après avoir détaché et positionné le chiot en décubitus ventral, la boîte crânienne est dépouillée puis ouverte. Chez le nouveau-né, l'observation des fontanelles (fermées ou non) et de l'aspect du cerveau est essentiel pour détecter anomalies congénitales et traumatismes notamment. Le cerveau peut ensuite être placé dans un fixateur en vue d'analyse histopathologique (Löhr 2011).

Etape 12 : prélèvements pour analyse histopathologique

Tout organe présentant des lésions doit être fixé pour analyse histologique. Si aucune lésion n'est visible, des échantillons du cœur, des poumons, du foie et des reins sont tout de même prélevés.

1.4. Interprétation

Dans un premier temps, il est important de connaître les artéfacts classiques visibles à l'autopsie (Tableau 10).

Artéfacts post-mortems	
• Présence de mousse dans la trachée et les voies respiratoires	→ Respiration agonique
• Multiples stries linéaires longitudinales rouges foncées à noires dans les muqueuses intestinales et stomacales	→ Causé par la contraction des muscles lisses après la mort et à l'accumulation de sang dans les vaisseaux de la muqueuse
• Hypostase	→ Accumulation de sang par gravité lié à la position du chiot après sa mort
• Dessication	→ Changement de texture et couleur des muqueuses et des zones de peau fines
• Imbibition d'hémoglobine	→ Décoloration rouge pâle des tissus causé par la lyse des hématies
• Imbibition biliaire	→ Coloration jaune à verdâtre des tissus adjacents à la vésicule biliaire
• Autolyse	→ Dégradation des tissus mous provoquée par les enzymes intrinsèques
• Putréfaction	→ Ramollissement, distension gazeuse et coloration verte à noire des tissus provoqués par le développement bactérien.

Tableau 10 : Liste (non exhaustive) d'artéfacts post-mortem.

Source : Lepoultier Soline d'après Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021.

Les lésions visibles varient selon les cas, il est cependant fréquent d'en retrouver certaines, présentées dans le tableau 11.

Localisation	Observations	Interprétation possible	
Crâne et colone vertébrale	Malformations congénitales	Fentes palatines et labiales, spina bifida	
	Traumatismes : œdème, ecchymoses et hémorragies	Dystocie, traumatisme induit par la mère	
Thorax	Cavité thoracique	Epanchement pleural	Pleurésie
		Lait	Perforation oesophagienne après sondage oro-gastrique
	Poumons	Œdème, congestion, consolidations, fibrose, abcès, adhérences entre les poumons et la paroi thoracique	Pneumonie/pleurésie
			Etiologie possibles : fausse déglutition de fluides, sepsis.
			Test de flottaison : un poumon qui coule indique une consolidation pulmonaire (processus inflammatoire) ou une atélectasie primaire (absence de respiration)
	Trachée, bronches	Caillots de lait	Aspiration de lait
		Hémorragie, fluide en excès	Inhalation de sang, de fluide fœtal ou vaginal
	Thymus	Atrophie	Carence nutritionnelle majeure ou infection, avec immunodépression
	Cœur	Pétéchies, effusions péricardiques	Sepsis, virémie
		Malformations congénitales	Souvent non mortelles durant la période néonatale, sauf si très sévère
Diaphragme	Absence congénitale ou finesse	Cause d'une détresse respiratoire sévère	
Abdomen	Cavité abdominale	Adhérences fibrineuses, épanchement séro-hémorragique	Péritonite bactérienne, souvent d'origine ombilicale. Infection par le CAV-1 ou CHV-1.
		Hémorragie	Dystocie, traumatisme induit par la mère, coagulopathie
	Foie	Hépatomégalie, pétéchies, marbrures	Infection par le CAV-1 ou CHV-1
		Foyers jaunâtres à blanc	Micro-abcès : nécrose secondaire à une infection bactérienne (ex : streptocoques bêta-hémolytiques)
		Rupture de la capsule et hémorragie	Dystocie, traumatisme induit par la mère

Reins	Pétéchies, ecchymoses	Sepsis ou CHV-1
	Malformations congénitales	Absence d'un ou des deux reins
Rate	Splénomégalie, hémorragie	CHV-1
Vessie	Hémorragie	Dystocie
Estomac	Vide, souvent aucune lésion visible	Anorexie
Intestins	Congestion, hémorragie	Entérite bactérienne (ex : <i>Campylobacter</i> spp. <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i>) ou virale (ex : parvovirus)
	Vers ronds	Présence surtout dans le duodénum, causant obstructions et ascites
	Diarrhée verdâtre	CHV-1
	Intussusception	Conséquence d'une entérite
	Malformations congénitales	Absence d'un segment intestinal, imperforation de l'anus
	Rétention de méconium	Chez les chiots mort-nés ou morts juste après la naissance. Manque possible de soins maternels.
	Constipation	Surtout chez les chiots nourris à la main, ou lors de stimulation génitale insuffisante

Tableau 11 : Lésions macroscopiques post-mortem courantes importantes pour l'interprétation de la cause du décès chez les chiots nouveau-nés (liste non exhaustive).

Source : Lepoultier Soline d'après Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021.

Autopsie : examen post-mortem dont le but est de révéler des lésions macroscopiques permettant d'objectiver la cause de la mort.

Le **stockage** des corps entiers se fait à 4°C pendant 2 à 3 jours maximum, mais les prélèvements pour bactériologie doivent se faire dans les 15h suivant le décès.

Un **matériel** spécifique, stérile et réservé aux autopsies doit être utilisé. Des équipements de protection individuelle doivent être portés.

L'autopsie comporte **12 étapes** permettant d'observer tous les organes, en place puis isolés, et d'être le plus exhaustif possible.

L'interprétation vise ensuite à lister les lésions visibles pour orienter le diagnostic. On veillera à identifier les **artéfacts post-mortem** pour ne pas fausser cette interprétation.

2. Stockage et envoi des échantillons

Les échantillons prélevés pour analyse histologique doivent mesurer moins de 0,5 cm d'épaisseur (Löhr 2011), puis sont placés dans une solution fixatrice (formaldéhyde à 3,4%). Une fois stocké, les échantillons doivent être envoyés à un laboratoire d'histopathologie vétérinaire. Si l'envoi et l'analyse immédiate de l'échantillon n'est pas possible, l'échantillon ainsi fixé peut être stocké pendant 7 jours, à température ambiante et à l'abri de la lumière. Les résultats sont généralement accessibles au bout de 3 jours à une semaine (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

Concernant les analyses bactériologiques, la PCR et les coproscopies, les échantillons doivent être analysés et envoyés, lorsque cela est nécessaire, dans les plus brefs délais. La température de stockage doit être adaptée au type d'analyse demandé et au délai d'envoi (Tableau 12). Il faut souligner que certaines bactéries (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp. et *Pseudomonas* spp) sont moins résistantes à la congélation, dans ces conditions les résultats doivent être interprétés avec précaution. Le délai d'obtention des résultats est de 1 à 2 jours ouvrés en général, pour les analyses bactériologiques et les PCR. La coproscopie est réalisable à la clinique (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

	Date de l'envoi ou de l'analyse	Température de stockage
Bactériologie	Immédiat (< 2h après collecte)	Ambiante
	2 à 24h après collecte	Réfrigéré : 4 °C
	> 24h après collecte	Congelé : - 20°C (pendant moins d'une semaine)
PCR	< 12h après collecte	Ambiante
	12 à 48h après collecte	Réfrigéré
	Plusieurs jours	Congelé
Coproscopie	Immédiate	Ambiante
	Non immédiat	Réfrigéré : 4°C, dans l'obscurité (pendant une semaine maximum)

Tableau 12 : Température optimale de stockage des échantillons biologiques selon les analyses demandées et les délais d'envoi.

Source : Lepoultier Soline d'après Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021.

Généralement, l'autopsie seule ne permet pas de poser le diagnostic, des examens post-mortem complémentaires doivent donc être conduits (Meloni, Martino, Grieco 2014).

3. Histologie

L'histologie correspond à l'étude microscopique des tissus et permet l'observation de lésions visibles uniquement à cette échelle. Couplé à l'autopsie, elles permettent de poser un diagnostic dans 50% des cas (Guérard 2019).

L'interprétation est possible si le prélèvement est représentatif de la lésion et/ou de l'organe observé. Ainsi si une lésion macroscopique est visible, on prélèvera un échantillon à la jonction entre tissu sain et tissu lésé. Pour les organes dont la structure est complexe, on veillera à prélever l'ensemble des structures (le cortex, la médulla et le bassinot pour le rein par exemple). Pour les organes paires, prélever chaque organe (Löhr 2011; Guérard 2019).

On prélève des échantillons des organes lésés ou à minimum des échantillons du cœur, des poumons, du foie et des reins. Ces 4 organes sont les plus résistants à l'autolyse et les plus informatifs (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021; 2021). Certains auteurs ajoutent de nombreux autres organes (estomac, duodénum, jéjunum, ilium, colon, rate, trachée, cerveau...) (Daniels, Spencer 2011).

L'immaturation physiologique et immunologique des chiots entraîne une diminution des réponses inflammatoires, et donc des lésions microscopiques visibles. La visualisation de structures fœtales, ou de foyers de tissus immatures est aussi possible. Ces particularités renforcent la nécessité de l'expertise d'un vétérinaire pathologiste compétent (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

4. Bactériologie

Les infections bactériennes sont une cause importante de mortalité néonatale, l'analyse bactériologique est donc intéressante. Elle se réalise sur écouvillons, fragments d'organes ou organes entiers. L'analyse bactériologique post-mortem revient positive chez le nouveau-né, dans environ 80% des cas (Guérard 2019).

Néanmoins, les bactéries retrouvées sont souvent commensales (E.Coli, streptocoques et staphylocoques), et plusieurs bactéries sont parfois identifiées sur un même échantillon. L'infection par des bactéries commensales étant également possible, il est très difficile de différencier les vrais positifs des faux positifs. Ainsi, un résultat positif ne signifie pas non plus que l'infection bactérienne était la cause des signes cliniques et de la mort (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021; Guérard 2019).

Les faux positifs sont dus à différents mécanismes :

- Propagation agone de bactéries à partir des muqueuses : la croissance bactérienne est une conséquence et non la cause du décès.
 - Translocation post-mortem liée à la putréfaction : survient principalement lorsque le corps n'est pas conservé à basse température.
 - Contamination de l'échantillon lors du prélèvement
- ➔ Il est donc important de stocker correctement le corps, de réaliser les prélèvements le plus rapidement et le plus stérilement possible pour éviter ces faux positifs.

Dans tous ces cas, l'analyse devrait montrer des croissances bactériennes mixtes. L'interprétation peut alors se faire en se rapprochant de principes utilisés en médecine

humaine. Lorsqu'une culture est pure on considère le résultat comme un vrai positif possible. Si en plus, le contexte clinique, et les autres observations nécropsiques sont en faveur d'une infection bactérienne, le résultat devient un vrai positif probable (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021; Guérard 2019).

Par ailleurs, des mauvaises conditions de stockage, un échantillon de taille inadéquat ou prélevé au mauvais endroit, ou encore un support de culture inapproprié peuvent donner des résultats faussement négatifs.

5. Réaction de polymérisation en chaîne

La réaction de polymérisation en chaîne ou PCR est une technique permettant de démontrer la présence d'acide nucléique spécifique d'un agent pathogène donné. La haute sensibilité de cette méthode permet de détecter de très petite quantité d'agent infectieux. Selon l'agent infectieux recherché, les tissus prélevés doivent être adaptés (Tableau 13).

L'interprétation des résultats varie : un résultat faiblement positif indique la circulation du pathogène dans l'élevage tandis qu'un résultat fortement positif quantitatif sera plus probablement dû à une infection réelle. Des seuils permettent de différencier les animaux uniquement porteurs, des animaux malades, et diffèrent selon les laboratoires (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

Pathogène	Maladie	Type de prélèvement	Tissu à prélever
Canine adenovirus type 1 (CAV-1)	Hépatite de Rubarth	Organe dans tube sec	Foie, rein
Canine herpesvirus (CHV-1)	Mort-nés et hémorragies multifocales diffuses	Organe dans tube sec	Foie, rein, rate, poumon
Canine parvovirus type 2 (CPV-2)	Entérites et myocardites	Ecouvillon sec	Ecouvillon rectal
Canine minute virus (CPV-1)	Entérites, myocardites, pneumonies	Organe dans tube sec	Foie, rein, rate, poumon
Canine distemper virus (CDV)	Maladie de carré ; pneumonies, entérites et encéphalites	Organe dans tube sec	Foie, rein, poumon
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Entérite	Ecouvillon sec	Ecouvillon rectal
<i>Giardia</i> spp.	Entérocolites	Ecouvillon sec	Ecouvillon rectal
<i>Neospora caninum</i>	Encéphalomyélite, myosite, myofibrose	Organe dans tube sec	Cerveau, muscles
<i>Toxoplasma gondii</i>	Mort-nés, méningoencéphalomyélites, myosite	Organe dans tube sec	Cerveau, muscles

Tableau 13 : Choix des échantillons pour l'identification de pathogènes par PCR.

Source : Lepoutier Soline d'après Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021

6. Coprologie

On prélèvera du contenu intestinal (2 à 5 grammes) lors de l'autopsie, que l'on conserve dans un pot hermétique. Cette analyse est réalisable en clinique, néanmoins l'envoi des échantillons à un laboratoire spécialisé est recommandé compte tenu de la variété de techniques, matériels et savoirs faire nécessaires (Guérard 2019).

Il convient d'être prudent quant à l'interprétation des coproscopies. En effet, un résultat positif indique la présence de parasites gastro-intestinaux, mais n'est pas lié à l'intensité du parasitisme et des signes cliniques (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

A contrario, un résultat négatif n'est pas une preuve d'absence de parasitisme. Chez les chiots nouveau-nés atteints de toxocarose ou d'ankylostomose, la coproscopie est souvent négative. Les signes cliniques se développent avant la présence d'œufs dans les fèces. Ainsi *Toxocara canis* touche d'autres organes et provoque hépatites et bronchopneumonies chez les très jeunes animaux. Le parasite peut se développer après la mort dans les intestins (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021). Des faux négatifs sont aussi possible lors d'erreurs de prélèvements et de conservation.

L'autopsie seule permet rarement de diagnostiquer la cause de la mort, des examens histologiques, bactériologiques, virologiques et des coproscopies peuvent être réalisés.

Chaque examen nécessite des prélèvements différents et des méthodes de stockage particulières. Prélever les organes lésés, et à minima la rate, les reins, le foie, les poumons et le cœur est recommandable.

L'histologie permet l'observation de lésions microscopiques. Elle nécessite des prélèvements représentatifs de la lésion et l'intervention d'histopathologistes spécialisés, au vu des particularités anatomopathologiques des nouveau-nés.

Les infections bactériennes courantes chez le chiot nécessitent la réalisation de bactériologies. L'interprétation reste délicate avec la présence de nombreux faux-positifs et de bactéries commensales.

La PCR permet de montrer la détection à la fois de virus mais aussi de parasites. Prendre garde néanmoins à différencier les animaux porteurs des animaux atteints.

La coproscopie est quant à elle utilisée pour la révélation d'infestations parasitaires.

Enfin, l'ensemble de ces examens post-mortem vise à identifier la cause de la mort. Ce diagnostic se fait à 3 niveaux différents : l'identification de la cause immédiate, intermédiaire et principale. Par exemple, une dystocie (cause principale) peut provoquer l'aspiration de fluide amniotique (cause intermédiaire) et donc une pneumonie par fausse déglutition (cause immédiate). La compréhension de ces 3 niveaux permet une réelle prévention future (ici la prévention des dystocies) (Mila, Guerard, Raymond-Letron 2021).

PARTIE 2 : ELABORATION D'UN SUPPORT PEDAGOGIQUE

I- L'apprentissage de la néonatalogie canine

a. Une discipline peu enseignée

La néonatalogie reste un domaine peu exploré et enseigné dans les cursus vétérinaires. Selon les pays et les universités, cette matière n'est parfois pas enseignée du tout. Selon certains auteurs, ces choix seraient la conséquence d'une évolution des pratiques d'élevage et de reproduction durant les vingt dernières années. Ainsi, Wilborn rappelle qu'avant les années 1990, une bonne partie des individus de la population canine étaient encore entiers. Les gestations programmées, ou non, étaient encore courantes et les praticiens rencontraient fréquemment des chiennes et leurs portées. Les problématiques de surpopulation canine et féline ont ensuite motivé l'incitation à la stérilisation des individus. Les apprentissages se sont alors majoritairement centrés sur la réalisation et les avantages de la stérilisation. Au fil des années, la population canine stérile s'accroît et les praticiens sont de moins en moins confrontés à la naissance de chiots (Wilborn 2018).

Parallèlement, la néonatalogie canine était une discipline presque inexistante dans les années 90s. La forte mortalité néonatale était perçue et acceptée comme une conséquence inhérente à l'élevage canin. Au cours du temps, la place du chien au sein des foyers a évolué, de nombreuses races se sont démocratisées et popularisées engendrant progressivement une professionnalisation de l'élevage. La valeur d'un chiot, aussi bien financière qu'émotionnelle, motive maintenant les éleveurs à solliciter une prise en charge poussée pour leurs nouveau-nés. Les pertes dues à la mortalité néonatale sont de moins en moins bien vécues et engendrent un fort développement de la néonatalogie depuis une quinzaine d'années.

Au long terme, les praticiens exerçants aujourd'hui, et les futures générations de praticiens seront donc de plus en plus susceptibles de rencontrer des chiennes entières, gestantes et des chiots nouveau-nés pour lesquels une prise en charge adaptée sera demandée. Cette évolution questionne fortement le renforcement de l'apprentissage de la néonatalogie.

b. Importance de cet apprentissage

Le manque de connaissances et d'aisance envers les nouveau-nés chez les praticiens vétérinaires impacte directement les chances de survie de ces chiots. Le vétérinaire doit, à la fois, savoir diagnostiquer les affections néonatales, soigner et prendre en charge un nouveau-né mais aussi indiquer aux éleveurs les bonnes pratiques en matière de prévention de la mortalité néonatale.

De plus, l'immaturation physiologique et la petite taille des chiots sont sources d'appréhension pour le praticien, qui pense souvent, injustement, que les moyens qui lui sont disponibles pour prendre en charge ces chiots sont réduits, voir quasi-inexistants. En réalité, la connaissance des particularités physiologiques, de leurs conséquences (apparition rapide de la triade) et des affections les plus courantes peut déjà faire une grande différence (Pereira et al. 2022). Renforcer l'enseignement de la néonatalogie au cours du cursus n'apporterait donc que des avantages.

c. Enseignement de la néonatalogie canine à Vetagro Sup

i. Enseignement magistral

Au sein du cursus vétérinaire de Vetagro Sup la reproduction est enseignée dans deux modules d'enseignement appelés « Unités d'Enseignement » (ou UE). Dans les deux cas, ces modules sont mixtes et abordent différents thèmes de la reproduction équine, bovine et canine.

Le premier module « Reproduction » est enseigné lors du 6^e semestre du cursus (soit le 4^e semestre commun à toutes les voies d'admission). Dans un cours intitulé « Manœuvres obstétricales & néonatalogie chez les carnivores », la néonatalogie est enseignée. Après un rappel des particularités physiologiques des nouveau-nés, l'enseignement se focalise principalement sur la réanimation néonatale faisant appel à l'oxygénation, le réchauffement, la réhydratation puis l'alimentation du chiot. Le syndrome du dépérissement, le score Apgar, et l'importance du poids de naissance et de la prise de poids sont aussi enseignés.

Le deuxième module « Reproduction » est dispensé durant le 7^e semestre du cursus (soit le 5^e semestre commun à toutes les voies d'admission). Aucun cours n'est à proprement parlé sur la néonatalogie, seul le syndrome du lait toxique est évoqué dans le cours intitulé « Pathologie mammaire chez les animaux de compagnie ».

Ces cours sont magistraux et dispensés en présentiel à l'ensemble d'une promotion. Des travaux dirigés concernant la reproduction canine sont aussi dispensés (pour un total d'environ 6h), mais n'ont pas pour thème manifeste la néonatalogie.

Les supports du cours sont généralement disponibles sur **VetagroTice** (<https://vetagrotice.vetagro-sup.fr/>) plateforme interne et propre à l'établissement permettant à chaque étudiant d'avoir accès à diverses ressources pédagogiques (supports de cours, évaluations...) mais aussi administratives.

ii. Enseignement à l'aide de supports multimédias

Les enseignements magistraux de reproduction représentent 35h de cours environ dont 8h15 environ concernant la reproduction canine, et seulement une faible proportion évoquant la néonatalogie.

L'apprentissage des autres domaines de la reproduction est bien entendu primordial. Les chevaux, les bovins et ovins sont, à la différence de l'espèce canine, des animaux de production. La reproduction dans ces filières revêt un intérêt financier et productif indéniable qui justifie totalement la proportion du module prise pour son enseignement. Par ailleurs, au sein même de la reproduction canine, les domaines à aborder sont variés et nombreux (de la stérilisation, aux diagnostics et suivi de gestation en passant par toutes les pathologies reproductives...), ce qui explique les possibilités d'enseignement actuelles, et l'équilibre choisi entre les différents thèmes.

Le recours à des supports multimédias permet donc de compléter ces cours théoriques. Ainsi le module est enrichi par la présence des supports de cours, et par tout article ou document d'intérêt déposé par les professeurs des modules. Des auto-évaluations, des questionnaires, et des cas cliniques en format pdf sont disponibles. Une partie de ces supports concerne la néonatalogie. Ce travail et la mise en place de cas cliniques vise à compléter et diversifier l'offre disponible aux étudiants.

iii. Enseignement pratique

L'enseignement théorique dispensé lors des cours et de la réalisation autonome de lectures et questionnaires sur VetagroTice se poursuit ensuite lors des rotations effectuées en clinique dès la 4^e année d'étude vétérinaire.

Concernant la néonatalogie, la rotation clinique « Reproduction des petits animaux » permet aux étudiants, selon les opérations effectuées durant leur semaine de rotation, d'assister à des césariennes et d'effectuer la réanimation néonatale des chiots. Les étudiants utilisent alors le score Apgar sur ces chiots. Lors de leur rotation au SIAMU (centre d'urgence, de réanimation et de soins intensifs pour animaux de compagnie de l'école vétérinaire), les étudiants peuvent aussi être confrontés à la réalisation de réanimation à la suite de césariennes d'urgence, mais aussi à la prise en charge de chiots en période néonatale.

Néanmoins, la présentation de ces cas lors des rotations clinique reste peu prévisible et certains étudiants peuvent ne pas être exposés du tout à des chiots en période néonatale durant leur cursus.

II- L'apprentissage par cas clinique

a. L'apprentissage actif

Les enjeux principaux de l'enseignement sont d'augmenter la mémorisation des connaissances et le sens critique des étudiants. Dans cette optique, différentes méthodes d'enseignement se sont développées pour maximiser cette rétention d'information. Néanmoins, avoir conscience que le temps alloué à l'apprentissage reste limité est primordial.

L'enseignement passif correspond aux cours magistraux durant lequel le professeur fournit des informations aux étudiants, qui prennent en note le cours. Cela permet de fournir une grande quantité d'informations dans un temps relativement court.

Lors d'apprentissage actif, l'étudiant s'engage plus dans la recherche d'information et interagit avec le contenu des cours. Il est amené à réfléchir sur ce qu'il fait, et ce qu'il apprend. Ce type d'apprentissage correspond en réalité à une grande diversité de méthodes pédagogiques ; enseignement par les pairs (exposés par exemple), par résolution de problème, à l'aide de cas cliniques, ou encore apprentissage par équipe par exemple (Minhas, Ghosh, Swanzy 2012; Normand 2017). On peut aussi citer l'apprentissage par le jeu, qui par l'amusement fournit, augmenterait également l'engagement, la motivation, la communication ou encore la pensée critique des étudiants (Chang et al. 2022). Différentes études encouragent la mise en place de ces méthodes d'enseignement actif, qui permettrait d'augmenter la rétention d'information et serait préférées par les élèves car plus motivantes (Minhas, Ghosh, Swanzy 2012; Byron et al. 2014).

La réalisation de supports supplémentaires permet ainsi de compléter l'apprentissage lors des modules d'enseignement et de consacrer plus de temps à la discipline. Cela permet aussi de réitérer l'exposition et la mobilisation aux notions enseignées, et donc de consolider ses connaissances.

b. L'apprentissage par cas clinique ; un outil de l'apprentissage actif

Les méthodes d'apprentissage actif sont diverses et l'enseignement par cas clinique en est un exemple. Utilisées couramment depuis plus de 30 ans en médecine humaine, l'ajout de cas cliniques dans l'enseignement théorique présente un double intérêt. Il permet à la fois à l'étudiant de comprendre la pertinence clinique des notions enseignées théoriquement, et de se sentir plus à l'aise ensuite lors de cas cliniques réels auxquels ils seront confrontés en pratique. L'apprentissage à l'aide de cas clinique est maintenant tout à fait utilisé en médecine vétérinaire également (Balogh 2014; McLean 2016).

Par ailleurs, on distingue dans cette catégorie, les cas cliniques disponibles en ligne. Divers supports rentrent dans cette catégorie ; du cas clinique simple décrit sous forme de texte et questions au cas cliniques modélisés en 3D avec des patients virtuels. Ils permettent d'intégrer une notion d'interactivité : les choix et actions de l'étudiant engendrent une réponse spécifique de l'outil informatique.

Quelle que soit la forme prise, les cas interactifs disponibles en ligne présentent plusieurs avantages pour les étudiants. L'accessibilité est augmentée : chaque étudiant a accès libre aux cas depuis un ordinateur ayant une connexion internet quand il le souhaite. L'enseignement est faisable à distance et en différé. Ces cas permettent aussi l'exposition de l'étudiant à des cas spécifiques voulus, et permet de compenser partiellement l'absence de cas pratiques de néonatalogie dans le cursus clinique. Enfin, l'étudiant est indépendant et peut réaliser le cas seul. Il ne dépend pas de camarades contrairement à certaines autres méthodes. Néanmoins, s'il le souhaite, la réalisation des cas à plusieurs lors de réunion, ou de travaux est possible. Il en découle un environnement sécurisant par l'étudiant qui peut tester ses compétences sans craindre les éventuelles erreurs (Balogh 2014; Byron et al. 2014).

Face à des promotions de plus en plus grandes, l'utilisation de supports multimédias pour la mise en place de cas cliniques, présente aussi un avantage pour les professeurs. Une correction individualisée de tests papiers serait laborieuse. Ces supports permettent donc une correction des erreurs et des retours automatisés, rendant possible la réalisation de ces exercices (Byron et al. 2014).

Les cas au design plus développé et très réaliste captivent plus l'attrait de l'étudiant qui sera plus impliqué émotionnellement dans le devenir de l'animal pris en charge, et donc plus motivé dans la réalisation du cas (Balogh 2014).

Par ailleurs, l'apprentissage à l'aide de cas clinique n'a pas pour vocation de remplacer totalement l'apprentissage passif. Effectivement, différentes études montrent que la motivation des élèves, et leurs résultats sont meilleurs lorsque les deux formes d'apprentissages sont utilisées conjointement (Minhas, Ghosh, Swanzy 2012). On préférera particulièrement utiliser les cours magistraux en premier, dans la mesure où les étudiants semblent plus à l'aise dans la réalisation de cas cliniques lorsqu'ils ont déjà acquis une partie des connaissances (McLean 2016).

Enfin, l'utilisation de cas cliniques n'est pas synonyme d'interactivité. Un cas exposé entièrement lors d'un cours magistral, bien qu'intéressant à titre illustratif perdrait toute interactivité.

c. Les limites de l'apprentissage par cas clinique

i. Une création informatique complexe

De manière globale, l'ensemble des méthodes d'enseignement actif entraîne une augmentation du temps de préparation du cours. Elles demandent une augmentation de la charge de travail, qui n'est pas proportionnelle à la quantité d'informations enseignées, puisqu'on se concentre ici sur la qualité de l'apprentissage (Normand 2017) .

La création de cas informatisés est longue ; il faut créer le cas, l'informatiser, et le mettre en ligne. La simple mise en ligne des cas les plus complexes peut parfois prendre plusieurs heures. De plus, les logiciels utilisables pour la création de ces cas sont souvent très onéreux, et ne s'adaptent pas toujours à la médecine vétérinaire. On doit donc souligner que les avantages d'un design avancé, mentionnés précédemment, sont donc à nuancer. En effet, la 3D est profitable uniquement si elle est très réaliste. De tels cas sont très longs à réaliser et nécessitent des compétences avancées en informatique, ce qui peut freiner les professeurs intéressés (Balogh 2014). Ainsi, le coût, le temps nécessaire et la complexité de la mise en place limitent fortement l'attrait potentiel des professeurs (Byron et al. 2014).

Des cas plus simples peuvent être mis en place pour limiter ces contraintes. La simplification induit souvent une perte du design et de la 3D, afin de garder un schéma plus simple comprenant différentes formes de questions.

ii. Une utilisation par l'étudiant limitée

L'utilisation de supports multimédia supplémentaires présente certaines limites pour les étudiants également. Actuellement, ces cas n'ont pas pour but de remplacer des temps de cours magistraux. Ce type d'enseignement actif et interactif demande alors à l'étudiant de prendre un temps supplémentaire, en dehors de ses heures de cours dédiées, pour réaliser les cas. Néanmoins, il offre une alternative motivante et différente d'une classique relecture du cours. Une solution possible serait notamment d'intégrer ces nouveaux supports de cours lors de travaux dirigés par exemple.

La nécessité d'accès à un ordinateur est aussi un facteur limitant. Néanmoins, l'utilisation d'ordinateurs personnels est largement répandue, et des ordinateurs sont également disponibles au sein de l'établissement. Ne pas utiliser la 3D est aussi un choix en faveur de cette problématique puisqu'elle nécessite de disposer d'un ordinateur plus performant (Balogh 2014). Par ailleurs, tout ralentissement de la plateforme réduit fortement l'intérêt et l'engagement de l'étudiant envers ce support.

Enfin, certains étudiants affichent une certaine résistance aux méthodes d'apprentissage actif et préféreraient rester passif. Dans le cas des cas cliniques, cette

problématique est limitée par l'indépendance de l'étudiant, par la courte durée et la structure des cas. En effet, ce sont souvent les interactions ou présentations entre étudiants qui ne sont pas très appréciées (Normand 2017).

III- Elaboration des cas cliniques

a. Objectif du projet

Les futurs praticiens vétérinaires seront de plus en plus amenés à être en contact avec des chiots nouveau-nés. Cela s'explique d'une part, suite à l'augmentation du nombre d'animaux de compagnie depuis plusieurs années, d'autre part suite aux progrès de la néonatalogie.

Parallèlement, la mortalité néonatale canine reste élevée, et touche environ 20% des chiots. Elle varie largement entre 5 à 35% selon les études (Pereira et al. 2022; Mila et al. 2016; 2014). Limiter la perte de ces chiots est un objectif en soit, puisqu'il correspond à la disparition d'être vivants. Mais le décès d'un chiot est également préjudiciable à plusieurs autres niveaux, notamment émotionnel et financier.

L'objectif de notre travail est donc de livrer une actualisation des connaissances actuelles concernant la mortalité néonatale, mais surtout de fournir un outil informatique supplémentaire d'apprentissage de la néonatalogie.

Ce travail s'inscrit dans la continuité des travaux menés par Zoccoli et Chenesseau. Zoccoli s'est attelé à la création d'un cahier des charges codifiant la création de cas cliniques interactifs puis à la mise en place de cas de pathologie reproductive canine, tandis que Chenesseau, en reprenant ce cahier des charges, a mis en place trois cas de pathologie néonatale (Zoccoli 2011; Chenesseau 2014). Les cas élaborés n'ont cependant pas été informatisés, ni au cours de ces travaux, ni postérieurement à notre connaissance.

b. Objectifs pédagogiques des cas

Définir les objectifs d'un cas clinique constitue le premier pas de son élaboration.

Les cas présentés dans ce travail sont axés sur la mortalité néonatale canine et sa prévention. La néonatalogie canine est un sujet vaste. Afin de cibler nos objectifs d'apprentissage, ce travail porte avant tout sur les affections associées à la mortalité néonatale. Les affections relevant de la pathologie néonatale mais ne causant pas la mort des chiots durant cette période ne sont donc pas évoquées dans ce travail.

Par ailleurs, ces cas ne sont aucunement issus de patients réels. Ils ont été créés à partir du travail bibliographique réalisé.

i. Cas n°1 : Olly : conseil d'élevage (environnement, conditions de vie et prophylaxie)

Le premier cas concerne le **conseil d'élevage** et cible la connaissance des mesures et **paramètres prénataux** pouvant influencer la mortalité néonatale dans une portée.

Tableau 14 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°1 : Olly

Conditions et mesures environnementales	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître la localisation adéquate d'une maternité. • Reconnaître si la ventilation et la luminosité d'une pièce sont optimales. • Savoir quelles sont les valeurs d'hydrométrie et de température optimales. • Savoir reconnaître les sources domestiques de toxicité (ex : gaz d'échappement, produits ménagers). • Savoir estimer si la taille d'un enclos est correcte, et quels sont les risques si ce n'est pas le cas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Enclos vaste : isolement des chiots et risque d'hypothermie ○ Enclos trop petit : risque d'écrasement → Connaître l'existence de barres latérales anti-écrasement • Savoir choisir correctement les matériaux d'une maternité <ul style="list-style-type: none"> ○ Exemple des avantages et inconvénients des couvertures • Connaître les 3 étapes de la désinfection d'une maternité • Savoir reconnaître les facteurs de stress chez la mère. <ul style="list-style-type: none"> ○ Facteurs environnementaux : nuisances sonores, lieu passant ○ Date d'emménagement dans la nurserie • Connaître les conséquences potentielles induites par le stress de la mère.
Mesures prénatales et prophylaxie	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les races prédisposées à une mortalité néonatale accrue. • Connaître la tranche d'âge idéal d'une chienne pour se reproduire et les risques associés à une gestation précoce ou tardive. • Reconnaître une chienne en surpoids et savoir que l'obésité engendre un risque accru de dystocie. • Savoir estimer la prise de poids maximal optimal d'une chienne gestante. • Identifier les valences vaccinales essentielles chez le chien. • Connaître l'importance de la vaccination contre l'herpesvirose et le protocole vaccinal associé. • Etudier le protocole antiparasitaire reçu par un individu et proposer des modifications adaptées au mode de vie et à l'état physiologique.

ii. Cas n°2 : les chiots de Mme Bleuet : malformations congénitales

Le deuxième cas se focalise sur les **malformations congénitales**. Dans le cadre de ce travail, nous nous concentrons sur les causes de mortalité néonatale. Ainsi, les trois exemples choisis correspondent aux malformations les plus couramment retrouvées à la naissance et causant potentiellement le décès des chiots touchés. Seule l'hydrocéphalie présente un pronostic plus variable. Des rappels sur les principales malformations à rechercher chez un nouveau-né, et sur les méthodes diagnostiques sont fait.

Tableau 15 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°2 : les chiots de Mme Bleuet

Examen clinique général	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les principales malformations à rechercher lors de l'examen clinique d'un nouveau-né. • Connaître les modes de détection des malformations congénitales et connaître l'existence de malformations non détectables à la naissance • Savoir que les malformations congénitales ne sont pas toujours de mauvais pronostic. Pour certains exemples de malformations, connaître les conséquences cliniques associées, le pronostic et la prise en charge possible. 	
Etude de 3 exemples de malformations	Anasarque	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir identifier un chiot anasarque. • Connaître les symptômes et lésions associées, les causes possibles et les conséquences cliniques de cette anomalie. • Connaître les races les plus touchées.
	Hydrocéphalie	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir identifier un chiot hydrocéphale. • Savoir définir l'hydrocéphalie et citer 2 particularités anatomiques associées. • Connaître les origines possibles de cette affection et citer les races principalement touchées. • Connaître quel examen complémentaire est utilisable durant la période néonatale • Connaître le pronostic et les traitements associés.
	Fente palatine	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir reconnaitre et différencier une fente palatine d'une fente labiale • Connaître et savoir organiser logiquement les conséquences cliniques de cette anomalie. • Connaître les origines possibles de cette malformation : facteurs génétiques (connaître les races les plus touchées), facteurs iatrogènes (savoir retrouver des exemples de molécules) et facteurs nutritionnels. • Etablir le pronostic des chiots touchés et connaître les indications et contre-indications du traitement chirurgical.

iii. Cas n°3 : Dr Jean : réanimation néonatale et détection des chiots à risque

Le troisième cas aborde dans un premier temps la **réanimation néonatale**. Cet acte est souvent rencontré en pratique et est donc primordiale à acquérir. Le cas permet de reprendre dans l'ordre les différentes étapes de la réanimation afin d'analyser leur but et importance respective. Le cheminement permet à la fin de cette partie d'obtenir un schéma bilan résumant les points clefs à connaître.

Tableau 16 : Objectifs d'apprentissage du cas n° 3. Première partie : réanimation néonatale.

Réanimation	Mise en place et protocole	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir le lieu le plus adéquat pour réaliser une réanimation néonatale. • Lister le matériel nécessaire à sa réalisation. • Connaître la fonction de chaque item. • Comprendre et savoir ordonner les différentes étapes de la réanimation néonatale. • Savoir synthétiser ces étapes sous forme de schéma bilan.
	Fonction respiratoire	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les zones stimulant la respiration. • Adopter le geste adéquat en cas d'absorption de méconium. • Connaître et savoir utiliser le point d'acupuncture GV 26. • Oxygénothérapie : savoir quand et comment la mettre en place. <ul style="list-style-type: none"> ○ Pour <i>l'oxygénothérapie au masque</i> : savoir choisir le masque et la fraction inspirée en dioxygène. ○ Pour la <i>ventilation à pression positive</i> : savoir quand la mettre en place, quelle pression et fréquence respiratoire utiliser. ○ Pour <i>l'intubation</i> : choisir correctement le type de sonde utilisable chez le nouveau-né. • Connaître les conditions d'administration du doxapram.
	Fonction cardiaque	<ul style="list-style-type: none"> • Citer la fréquence cardiaque normale d'un nouveau-né. Connaître le seuil à partir duquel on déclare bradycarde le chiot. • Citer la cause principale de bradycardie chez le nouveau-né : l'hypoxémie myocardique • Connaître et prioriser les mesures à mettre en place en cas de bradycardie. • Citer les deux molécules utilisables dans le traitement de la bradycardie ou des arrêts cardiaques. Pour chacune d'entre elle, connaître leurs caractéristiques, leur indication, leur posologie et leurs voies d'administrations. • Comprendre les conséquences du protocole anesthésique maternel sur les chiots lors de césarienne et connaître les adaptations à mettre en place.
	Autres mesures	<p>Soins ombilicaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la distance de coupe et le type de désinfectant optimal. • Connaître les risques en cas de désinfection inadaptée ou insuffisante. <p>Réchauffement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Citer les étapes et moyens de lutte (méthodes et matériel) contre l'hypothermie.

Dans une seconde partie, l'objectif est de connaître les indicateurs permettant de **détecter un chiot à risque**, sur lequel notre attention devra être renforcée. Le cas permet alors de questionner l'étudiant sur 3 grands types d'indicateurs ; les scores de vitalité, le poids et les analyses biochimiques.

Tableau 17 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°3. Seconde partie : détection des chiots à risque.

Détection précoce des chiots à risque	Scores de vitalité	<ul style="list-style-type: none"> • Citer le score Apgar en tant que score évaluant la vitalité d'un chiot. • Connaître et citer les paramètres utilisés, ainsi que les critères de notation. • Savoir évaluer le score Apgar d'un chiot et déterminer son degré de détresse. • Citer les 3 principaux réflexes que l'on peut scorer chez un nouveau-né.
	Poids de naissance	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre l'importance du poids à la naissance en tant qu'indicateur de la mortalité néonatale. • Connaître les définitions possibles de « faible poids de naissance ». • Connaître les facteurs d'influence du poids de naissance. • Connaître et organiser logiquement les conséquences cliniques d'un faible poids de naissance sous forme d'un diagramme.
	Lactates et glycémie	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir citer l'anomalie dont elles sont l'indicateur respectif • Connaître les seuils utilisés pour définir les chiots à risque • Comprendre les limites pratiques de ces indicateurs

iv. Cas n°4 : les chiots de Suzie : diarrhée chez le chiot nouveau-né

Le cas clinique suivant prend son point de départ avec l'apparition supposée de **diarrhée néonatale**. Il permet ensuite d'appréhender les signes cliniques associés à la diarrhée. Ensuite, via l'exploration de la cause de ces symptômes, le cas permet d'évoquer différentes thématiques ; triade, transfert passif d'immunité, maladies virales courantes chez le nouveau-né, détection et prise de charge des septicémies néonatales.

Tableau 18 : Objectifs d'apprentissages associés au cas n°4 : les chiots de Suzie.

Diarrhée néonatale		<ul style="list-style-type: none"> Reconnaitre des selles normales et diarrhéiques chez le chiot nouveau-né. Connaitre les signes cliniques souvent associés à une diarrhée néonatale. Citer les différentes causes non infectieuses de diarrhée et citer des exemples. Concernant les diarrhées d'origine infectieuses : connaitre les agents infectieux les plus rencontrés
	Origine virale	<ul style="list-style-type: none"> Connaitre l'influence de la vaccination sur la protection des chiots Connaitre les deux principales maladies virales pouvant toucher les chiots durant la période néonatale, pour lesquelles il n'y a pas de vaccination systématique. Connaitre les signes cliniques associés à l'herpesvirose et au virus minute canin chez le chiot. Concernant l'herpesvirose canine, connaitre les outils diagnostiques existants
	Origine bactérienne	<ul style="list-style-type: none"> Reconnaitre les signes cliniques commun d'une septicémie néonatale. Expliquer l'origine de la cyanose des extrémités dans ce contexte. Savoir suspecter un syndrome du lait toxique. Connaitre les caractéristiques, l'étiologie la plus courante, et la prise en charge. Connaitre la bactérie majoritaire dans les cas de diarrhée néonatale : E. coli Proposer un scénario expliquant l'apparition de septicémie néonatale dans le cas présenté. Savoir utiliser à bon escient et interpréter les examens post-mortem lors d'une suspicion de septicémie néonatale. Proposer une prise en charge adéquat lors de septicémie néonatale : lutte contre la triade, traitement antibiotique immédiat et empirique.
Transfert passif d'immunité		<ul style="list-style-type: none"> Connaitre les caractéristiques du colostrum. Connaitre la règle des 3Q et la concentration sérique seuil d'immunoglobuline G garantissant un bon transfert passif d'immunité.
Triade		<ul style="list-style-type: none"> Savoir quels sont les symptômes formant la triade. Connaitre les signes cliniques associés à la déshydratation et l'hypoglycémie. Proposer une prise en charge adaptée d'un chiot déshydraté en hypoglycémie, tout en prenant en compte les précautions à prendre lors d'hypothermie.

v. Cas n°5 : les chiots de Mr Dupont : conduire un examen post-mortem

Le dernier cas se concentre sur les **méthodes de diagnostic post-mortem**. Le futur praticien sera malheureusement souvent confronté à des chiots déjà morts, ou qui meurent trop rapidement pour poser un diagnostic du vivant. Ce cas vise donc à consolider les connaissances de l'étudiant sur les méthodes de stockage, de réalisation et d'interprétation de l'autopsie et des examens associés. Dans un second temps, ce cas à pour objectif de faire

travailler l'étudiant sur une affection parasitaire et une cause traumatique, thèmes non abordés précédemment.

Tableau 19 : Objectifs d'apprentissage associés au cas n°5 : les chiots de Mr Dupont

Examen post-mortem	Stockage	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir stocker correctement un cadavre en vue d'un examen autopsique. • Après stockage correct du cadavre, connaître le délai de réalisation de l'autopsie et des prélèvements associés.
	Artéfacts	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les principaux processus post-mortem conduisant à l'apparition d'artéfacts : putréfaction, autolyse • Reconnaître des artéfacts classiques et les nommer (ex : hypostase et imbibition biliaire)
	Autopsie	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître les objectifs de l'autopsie. • Savoir s'habiller et se protéger pour réaliser une autopsie. • Connaître le matériel nécessaire et la fonction à laquelle ils répondent. • Connaître et ordonner les étapes de réalisation d'une autopsie et les replacer dans un schéma. • Aux vues des lésions macroscopiques observées, proposer une hypothèse diagnostique (ici, un cas de toxocarose et un de traumatisme induit par la mère)
Toxocarose	<ul style="list-style-type: none"> • Proposer des examens post-mortem complémentaires judicieux. • Proposer un scénario expliquant la toxocarose à l'aide d'un schéma. • Connaître les signes cliniques observables en cas de toxocarose et comprendre les causes sous-jacentes. • Savoir proposer un traitement antiparasitaire adapté pour la mère et les chiots. • Connaître les protocoles antiparasitaires préventifs que l'on peut mettre en place. 	
Traumatisme induit	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître des lésions indicatrices de traumatisme induit. • Reconnaître des facteurs de stress chez la mère 	
Prévention	<ul style="list-style-type: none"> • A l'issue de vos examens post-mortem et du recueil des commémoratifs et anamnèse, savoir proposer des conseils adaptés au propriétaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilité des barres anti-écrasement, ○ Importance primordiale du suivi de poids, ○ Informer sur la prophylaxie antiparasitaire adaptée. ○ Informer le propriétaire sur les conséquences du stress chez la mère. 	

c. Rédaction d'une trame et choix des questions

i. Choix rédactionnels et choix des questions

L'ensemble de ces cas vise à évoquer un maximum des thématiques abordées dans notre étude bibliographique. Chaque cas est majoritairement centré sur un domaine particulier, mais nous n'avons pas pu être exhaustif pour autant. Quand cela était possible, une même thématique a pu être abordée dans différents cas (sans pour autant poser les

mêmes questions). L'itération d'un même sujet permet d'aider la mémorisation et la mobilisation des connaissances dans différentes situations.

Les objectifs et scénarios généraux ont été rédigés en premier. Une trame écrite et linéaire des questions a ensuite été rédigée.

Concernant le choix des questions, nous n'avons pas utilisé de questions ouvertes. De telles questions sont dites « divergentes » puisqu'elles permettent à l'étudiant de s'exprimer en mobilisant ses connaissances et son sens critique. Dans le cadre d'un cas informatisé, elles sont peu utilisées car leur correction ne peut pas être automatisée. Les questions utilisées sont donc dites « convergentes » et correspondent à une diversité de questions (Chenesseau 2014). Dans notre cas, nous avons utilisé : des vrais/faux, des questions à choix multiples ou unique, des questions ouvertes à réponse courte (réponse sous forme d'un mot), des questions de hiérarchisation et des questions d'appariement. Concernant ces dernières, elles peuvent prendre la forme de mots ou propositions à glisser dans un texte à trou, dans un tableau ou dans le fond incomplet d'un schéma.

Dans la mesure du possible, nous avons essayé d'obtenir des cas modulables où l'étudiant peut choisir l'ordre dans lequel il répond à un groupe de question. La flexibilité induite est source de motivation pour l'étudiant qui se sent moins restreint dans un scénario linéaire. Néanmoins, la structure du cas ne rend pas toujours possible cette modulation.

ii. Présentation des questionnaires et codes appliqués

Par souci pratique, nous avons choisi de présenter dans ce manuscrit les trames des questionnaires et non les diaporamas directement. Le format informatique contient des questions nécessitant un déroulement, ou que l'étudiant clique sur certaines icônes, ce qui est peu compatible avec un format écrit.

Les questionnaires de chacun des cas sont disponibles en annexe. Un code typographique y est utilisé :

- Les questions sont numérotées et présentées en **gras**
- Les réponses justes sont en **vert**
- Les réponses fausses en **rouge**
- Les questions bonus sont encadrées de **rose**,
- Les retours sont en *italique*. Un retour peut être spécifique d'une proposition ou concerner la réponse globale de la question.

Lorsque des schémas ou images sont utilisées pour des questions de type « cliquer-glisser », l'image présentée correspond à la réponse juste. Sauf mention « question ouverte », des propositions sont toujours fournies.

d. Mise en forme informatique

i. Présentation du logiciel utilisé : Logiquiz

L'informatisation des cas a été permise par le logiciel **Logiquiz**. Il s'agit d'un logiciel créé par La Digitale, un « éditeur d'outils numériques pour l'éducation qui s'est donné pour objectif de rendre le numérique éducatif plus inclusif, plus accessible et plus vertueux » fondé par Emmanuel Zimmert (Zimmert). Les outils conçus sont libres et leur utilisation dans la sphère éducative est encouragée.

Le logiciel Logiquiz permet de créer des contenus éducatifs H5P hors ligne. H5P (pour HTML5 Package, disponible à <https://h5p.org/>) est un logiciel facilitant la création de contenu interactifs au format HTML. Dans le cadre de ce travail, le format choisi est une présentation type diaporama intégrant questions, énoncés et différents commentaires.

Une fois le cas créé, la mise en ligne est possible sur VetAgroTice directement ou grâce à Digiquiz, outil permettant de lire et partager des contenus H5P en ligne.

ii. Particularités du support et codes appliqués

Les fond de diaporama, schémas et tableaux ont été conçu préalablement sur Power Point, et sont tous personnels, sauf mention contraire.

Ensuite, le support contient des particularités et codes auxquels les cas se sont adaptés.

1. Affichage

La présentation est constituée de différentes diapositives. La pagination de celles si s'affichent en bas de l'écran. Il est possible de revenir en arrière. Une frise schématise les pages, affiche si elles contiennent des questions ou non, et le cas échéant si une réponse a été apportée (Figure 21).

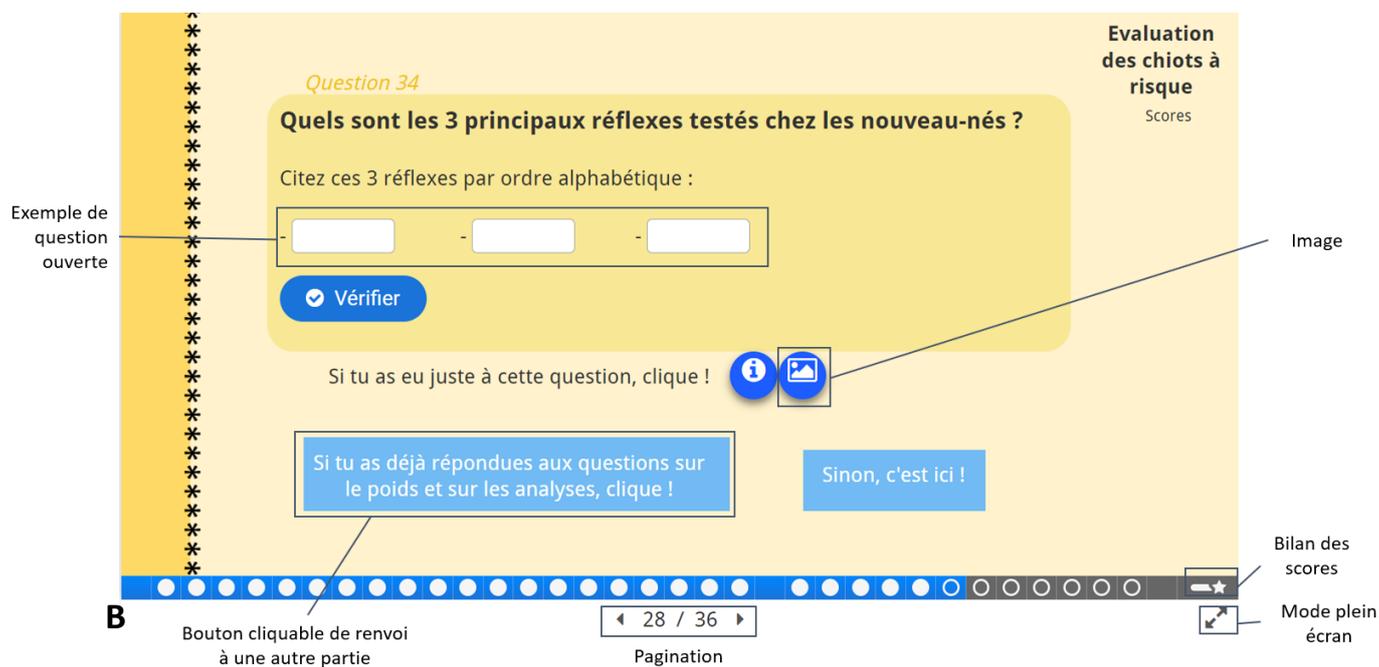
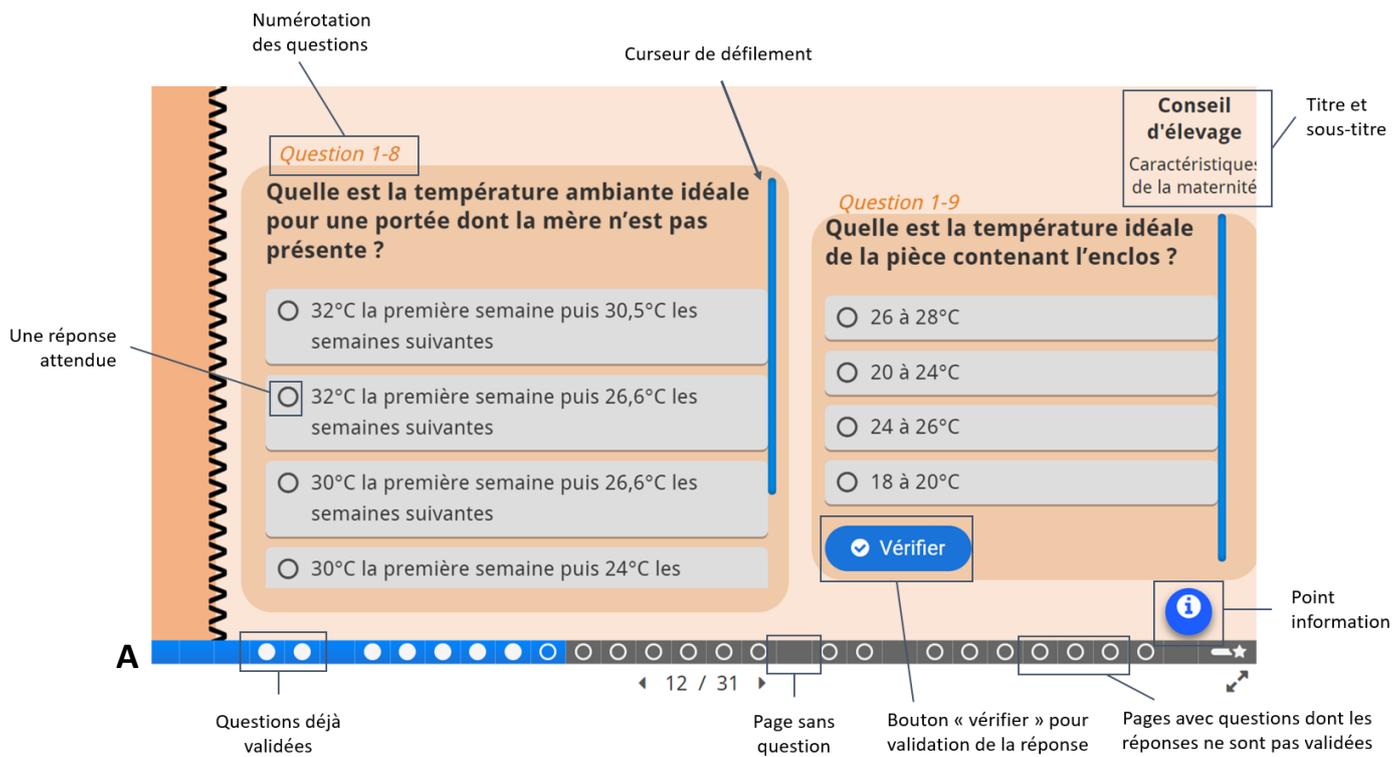


Figure 21 : Aperçu de deux diapositives. (A) Questions à choix multiple, une seule proposition juste. (B) Question ouverte courte. Suppléments d'informations et renvoi à d'autres diapositives.

Source : Lepouttier Soline

2. Format des questions et informations supplémentaires

Premièrement, les questions se valident à l'aide d'un bouton « **Vérifier** ». Si la réponse est fautive, on peut **recommencer** ou **afficher la solution**. Le nombre de tentative est illimité, il est donc conseillé de recommencer. Dans nos cas, il y a toujours au moins une réponse juste. Il n'est pas possible d'afficher les solutions si l'étudiant n'a pas répondu. Certaines questions comportent un **commentaire**, il contient généralement des indications sur la forme de la réponse attendue (sans majuscule, nombre de mots, hiérarchisation...), il est fortement conseillé de toujours le consulter avant de répondre.

Ensuite des suppléments peuvent être masqués sous différents icônes ; **informations**, **images**, ou encore **questions bonus**. La liste de ces icônes est présentée dans la figure 22. A chaque début de cas, les instructions disponibles révèlent les fonctions de ces icônes (Figure 23).

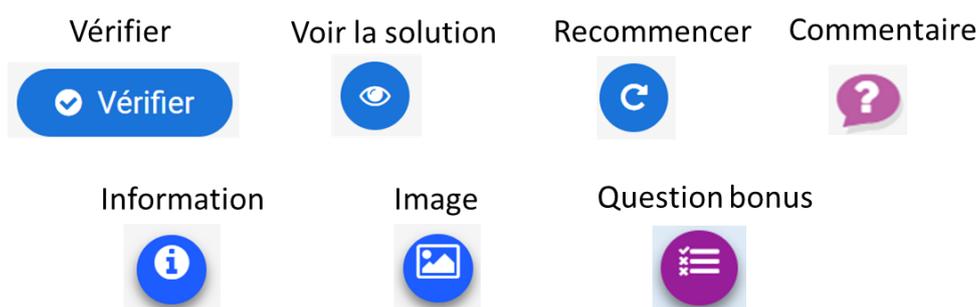


Figure 22 : Liste non exhaustive des différents icônes utilisés dans les cas cliniques.

Source : Lepoultier Soline

Instructions

Au cours de votre navigation vous rencontrerez différentes icônes.

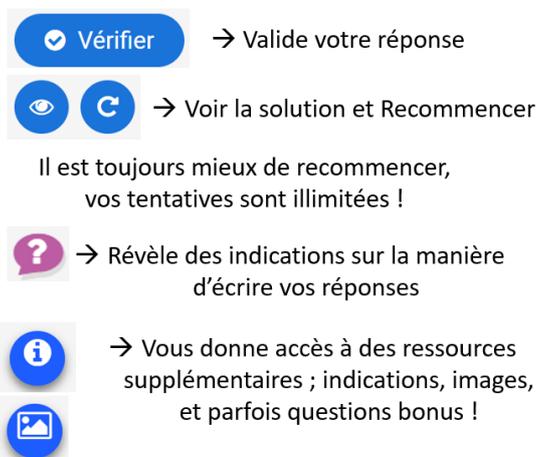


Figure 23 : Instructions des cas cliniques.

Source : Lepoultier Soline

3. Notation

Nous avons choisi d'utiliser le système de notation proposé par le logiciel Logiquiz. Ce système attribue un point pour chaque réponse juste, et retire un point pour toute réponse fautive. Plus les questions contiennent de réponses à fournir (notamment lors de textes à trous, ou de questions de placement), plus sa notation compte de points. L'étudiant dispose d'autant de tentatives qu'il le souhaite, le dernier score est conservé. S'il répond juste, le meilleur score est sauvegardé et il ne peut pas recommencer la question. A la fin de la présentation une diapositive résume les scores obtenus pour chaque question.

La notation n'a pour vocation ici que de donner une indication à l'étudiant, mais n'est pas un indicateur prioritaire. Ces cas constituent un entraînement pour les étudiants, et non un système d'évaluation au sens strict.

e. Mise à disposition

La réalisation de ces cas cliniques nécessite la maîtrise préalable des connaissances acquises jusqu'en A4, notamment des modules de reproduction et visent donc particulièrement les étudiants de A5 et A6. Parmi les étudiants de A6, ces cas visent les étudiants ayant choisi une filière contenant de la médecine canine.

Les cas cliniques peuvent être partagés à l'aide de Digiquiz. Dans notre cas, ils sont intégrés à la plateforme VetagroTice pour être accessible directement pour les étudiants concernés. La réalisation des cas cliniques est possible pendant toutes les semaines de rotation cliniques canines, mais leur réalisation est encouragée durant les semaines de rotation de reproduction canine.

f. Evaluation et actualisation

L'évaluation des cas cliniques par des enseignants avant leur utilisation est primordial pour attester de la clarté des questions et de l'exactitude des réponses. Ensuite une évaluation par les étudiants eux-mêmes est judicieuse et permet de connaître leur motivation, leur engagement et leur intérêt vis-à-vis des cas. Connaître leur avis sur les retours, corrections et sur la difficulté des cas est aussi intéressante pour ensuite proposer une actualisation des cas.

Dans le cas de ce travail, les cas cliniques n'ont pu être mis à disposition des étudiants que tardivement, et l'évaluation des cas n'as pas pu être réalisée. Si elle avait pu être mise en place, l'utilisation d'un questionnaire en ligne, anonyme et disponible à la fin de la réalisation des cas aurait pu être utilisé. Un tel questionnaire permet aux étudiants de le réaliser au moment souhaité.

Conclusion

La période néonatale est une période cruciale chez le chiot. Après la transition difficile lors du part, d'une vie intra-utérine à extra-utérine, de nouveaux défis d'adaptation restent à affronter : le chiot reste immature et particulièrement sensible. La mortalité durant cette période est souvent élevée, pour autant, les facteurs de risque et les causes possibles ne sont pas toujours explorées.

L'étude bibliographique nous a permis de souligner les particularités physiologiques des chiots, ainsi que les 4 grands symptômes qui en découlent : hypothermie, hypoglycémie, déshydratation et hypoxie. De plus, les causes de mortalité néonatale sont diverses mais font entrer en jeu beaucoup de facteurs environnementaux, maternels ou individuels pouvant être évités par une gestion d'élevage adaptée. Les connaissances des particularités physiologiques et pathologiques des nouveau-nés facilitent ainsi grandement leur prise en charge, leur prévention et leur détection.

L'appréhension des praticiens envers la prise en charge de tel patient ne favorise pas la mise en place d'un diagnostic et d'une gestion adéquate. L'élaboration de cas cliniques interactifs offre une opportunité d'enrichir l'apprentissage des étudiants en médecine vétérinaire. Ces cas cliniques, conçus pour refléter des scénarios réalistes, offrent une immersion pratique dans la prise en charge des chiots en période néonatale.

Cette thèse s'inscrit dans une démarche globale visant à améliorer la gestion de la mortalité néonatale chez le chiot, alliant une approche théorique grâce à l'étude bibliographique, et une dimension pratique à travers le développement de cas cliniques interactifs.

Bibliographie

BALOGH, Márton, 2014. Applying games technology to veterinary teaching. *Veterinary Record*. 2014. Vol. 174, n° 3, pp. 63-64. DOI 10.1136/vr.g151.

BEAVER, Bonnie V., 2009. CHAPTER 9 - Canine Locomotive Behavior. In : BEAVER, Bonnie V. (éd.), *Canine Behavior (Second Edition)* [en ligne]. Saint Louis : W.B. Saunders. pp. 259-284. [Consulté le 11 septembre 2023]. ISBN 978-1-4160-5419-1. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781416054191000092>

BLUNDEN, A. S., HILL, C. M., BROWN, B. D. et MORLEY, C. J., 1987. Lung surfactant composition in puppies dying of fading puppy complex. *Research in Veterinary Science*. 1 janvier 1987. Vol. 42, n° 1, pp. 113-118. DOI 10.1016/S0034-5288(18)30665-9.

BLUNDEN, Tony, 2012. Fading puppies – reality or myth? *In Practice*. 2012. Vol. 34, n° 6, pp. 314-321. DOI 10.1136/inp.e4125.

BLYTHE, Linda Lou, 2011. The Neurologic System. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 418-435. [Consulté le 25 juillet 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000401>

BOUILLIOD, Charlotte, 2013. *Elaboration pratique d'un support pédagogique et de fiches techniques pour la gestion de la gestation chez la chienne*. Thèse de doctorat vétérinaire. Claude-Bernard - Lyon 1, 156p.

BOURDOISEAU, G., POLACK, B. et GUILLOT, J., 2013. *Traitement et prévention des parasitoses des carnivores domestiques. Protozoaires parasites digestifs du chien et du chat* [en ligne]. Worcestershire : ESCCAP Europe. [Consulté le 9 octobre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.esccap.fr/images/guides/guide5/ESCCAP-guide-5-protozoaires-digestifs-chiens-chats.pdf>

BUERGELT, Claus D., 2012. Disorders of Dogs and Cats. In : *Kirkbride's Diagnosis of Abortion and Neonatal Loss in Animals* [en ligne]. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 173-200. [Consulté le 24 mars 2023]. ISBN 978-1-119-94905-3. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119949053.ch6>

BULMER, Barret J., 2011. The Cardiovascular System. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 289-304. [Consulté le 13 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000322>

BYRON, Julie K., JOHNSON, Susan E., ALLEN, L. Clare V., BRILMYER, Cheryl et GRIFFITHS, Robert P., 2014. Development and Pilot of Case Manager: A Virtual-Patient Experience for Veterinary Students. *Journal of Veterinary Medical Education*. septembre 2014. Vol. 41, n° 3, pp. 225-232. DOI 10.3138/jvme.1113-151R1.

CASAL, Margret, 2010a. Management and critical care of the neonate. In : ENGLAND et VON HEIMENDAHL (éd.), *BSAVA Manual of Canine and Feline Reproduction and Neonatology* [en ligne]. British Small Animal Veterinary Association. pp. 135-146. [Consulté le 24 mars 2023]. ISBN 978-1-905319-19-0. Disponible à l'adresse : <http://bsavalibrary.com/content/chapter/10.22233/9781905319541.chap15>

CASAL, Margret, 2010b. Clinical approach to neonatal conditions. In : ENGLAND et VON HEIMENDAHL (éd.), *BSAVA Manual of Canine and Feline Reproduction and Neonatology* [en ligne]. British Small Animal Veterinary Association. pp. 147-154. [Consulté le 24 mars 2023]. ISBN 978-1-905319-19-0. Disponible à l'adresse : <http://bsavalibrary.com/content/chapter/10.22233/9781905319541.chap16>

CASAL, Margret L., 2012. Canine and Feline Congenital Defects and Genetic Counseling. In : *Management of Pregnant and Neonatal Dogs, Cats, and Exotic Pets* [en ligne]. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 169-205. [Consulté le 3 janvier 2023]. ISBN 978-1-118-99721-5. Disponible à l'adresse : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118997215.ch11>

CECERE, Julie, PURSWELL, Beverly et PANCIERA, David, 2020. Levothyroxine supplementation in hypothyroid bitches during pregnancy. *Theriogenology*. janvier 2020. Vol. 142, pp. 48-53. DOI 10.1016/j.theriogenology.2019.09.036.

CENTER, Sharon A., 2011. The Liver, Biliary Tract, and Exocrine Pancreas. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 368-390. [Consulté le 13 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000371>

CHANG, You-Syuan, HU, Sophia H., KUO, Shih-Wei, CHANG, Kai-Mei, KUO, Chien-Lin, NGUYEN, Trung V. et CHUANG, Yeu-Hui, 2022. Effects of board game play on nursing students' medication knowledge: A randomized controlled trial. *Nurse Education in Practice*. août 2022. Vol. 63, pp. 103412. DOI 10.1016/j.nepr.2022.103412.

CHASTANT, Sylvie et MILA, Hanna, 2019. Passive immune transfer in puppies. *Animal Reproduction Science*. août 2019. Vol. 207, pp. 162-170. DOI 10.1016/j.anireprosci.2019.06.012.

CHASTANT-MAILLARD, S, AGGOUNI, C, ALBARET, A, FOURNIER, A et MILA, H, 2017. Canine and feline colostrum. *Reproduction in Domestic Animals*. 2017. Vol. 52, n° S2, pp. 148-152. DOI 10.1111/rda.12830.

CHASTANT-MAILLARD, S, FREYBURGER, L, MARCHETEAU, E, THOUMIRE, S, RAVIER, Jf et REYNAUD, K, 2012. Timing of the Intestinal Barrier Closure in Puppies. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012. Vol. 47, n° s6, pp. 190-193. DOI 10.1111/rda.12008.

CHENESSEAU, Claire-Sophie, 2014. *Utilisation des Tice dans l'enseignement de la reproduction. Application à la pathologie néonatale des carnivores domestiques*. Thèse de doctorat vétérinaire. Claude-Bernard - Lyon 1, 172p.

DANIELS, Joshua et SPENCER, Erick, 2011. Bacterial Infections. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 113-118. [Consulté le 31 juillet 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000152>

DATZ, Craig, 2011. Parasitic and Protozoal Diseases. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 154-160. [Consulté le 8 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978141604889300019X>

DAVIDSON, Autumn et CAIN, Janis, 2023. Canine Pregnancy, Eutocia, and Dystocia. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. septembre 2023. Vol. 53, n° 5, pp. 1099-1121. DOI 10.1016/j.cvsm.2023.05.004.

DAVIDSON, Autumn P., 2014. Neonatal Resuscitation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 2014. Vol. 44, n° 2, pp. 191-204. DOI 10.1016/j.cvsm.2013.11.005.

DOMOSŁAWSKA, A., JANOWSKI, T. et JURCZAK, A., 2013. Oral folic acid supplementation decreases palate and/or lip cleft occurrence in Pug and Chihuahua puppies and elevates folic acid blood levels in pregnant bitches. *Polish Journal of Veterinary Sciences*; 2013; No 1 [en ligne]. 2013. [Consulté le 14 janvier 2023]. Disponible à l'adresse : <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/114062/edition/99120>

DUMON, C., 2005. Pathologie néonatale du chiot. *EMC - Vétérinaire*. 1 mars 2005. Vol. 2, n° 1, pp. 30-53. DOI 10.1016/j.emcvet.2004.12.003.

ESCCAP, 2021. *Traitement et prévention des nématodoses et cestodoses du chien et du chat - ESCCAP Guide de recommandations 01* [en ligne]. 6^e. 42p. Worcestershire : ESCCAP. [Consulté le 9 octobre 2023]. ISBN 978-1-913757-50-2. Disponible à l'adresse : <https://www.esccap.fr/nematodes-et-cestodes-guide-1.html>

ESTEVAM, Marina Vilela, BERETTA, Samara, SMARGIASSI, Nathalia F., APPARÍCIO, Maricy, TONIOLO, Gilson Helio et PEREIRA, Gener T., 2022. Congenital malformations in brachycephalic dogs: A retrospective study. *Frontiers in Veterinary Science*. 4 octobre 2022. Vol. 9, pp. 981923. DOI 10.3389/fvets.2022.981923.

EVERMANN, James F. et KENNEDY, Melissa A., 2011. Viral Infections. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 119-129. [Consulté le 8 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000164>

EVERMANN, James F. et WILLS, Tamara B., 2011. Immunologic Development and Immunization. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 104-112. [Consulté le 27 juillet 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000140>

FIANI, Nadine, VERSTRAETE, Frank J.M. et ARZI, Boaz, 2016. Reconstruction of Congenital Nose, Cleft Primary Palate, and Lip Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. juillet 2016. Vol. 46, n° 4, pp. 663-675. DOI 10.1016/j.cvsm.2016.02.001.

FITZGERALD, Kevin T. et NEWQUIST, Kristin L., 2011. Husbandry of the Neonate. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 44-52. [Consulté le 8 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000061>

FONTAINE, Emmanuel, 2012. Food Intake and Nutrition During Pregnancy, Lactation and Weaning in the Dam and Offspring. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012. Vol. 47, n° s6, pp. 326-330. DOI 10.1111/rda.12102.

FONTBONNE, A., LEVY, X., FONTAINE, E et GILSON, C., 2007. *Guide pratique de reproduction clinique canine et féline*. MED'COM. Paris. 272p. ISBN 978-2-35403-000-1.

FONTBONNE, Alain, 2011. L'herpès-virose canine. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 2011. Vol. 164, n° 4, pp. 331-340. DOI 10.4267/2042/48105.

FREYBURGER, L, 2019. La vaccination du Chien en France en 2019. *PratiqueVet*. 2019. N° 173, pp. 272-276.

GRECO, Deborah S., 2009. Nutritional Supplements for Pregnant and Lactating Bitches**This article is reprinted with permission from Greco DS. Supplements for bitches and puppies. *Theriogenology* 70:393-396, 2008. *Topics in Companion Animal Medicine*. 1 mai 2009. Vol. 24, n° 2, pp. 46-48. DOI 10.1053/j.tcam.2009.02.001.

GREER, M.L., 2015. Chapter 8: Neonatal and Pediatric Care. In : *Canine reproduction and neonatology. A practical guide for veterinarians, veterinary staff, and breeders*. Teton NewMedia. Jackson. pp. 140-217. ISBN 1-59161-041-9.

GROPETTI, D., PECILE, A., DEL CARRO, A. P., COPLEY, K., MINERO, M. et CREMONESI, F., 2010. Evaluation of newborn canine viability by means of umbilical vein lactate measurement, apgar score and uterine tocodynamometry. *Theriogenology*. 15 octobre 2010. Vol. 74, n° 7, pp. 1187-1196. DOI 10.1016/j.theriogenology.2010.05.020.

GROPETTI, D., RAVASIO, G., BRONZO, V. et PECILE, A., 2015. The role of birth weight on litter size and mortality within 24h of life in purebred dogs: What aspects are involved? *Animal Reproduction Science*. 1 décembre 2015. Vol. 163, pp. 112-119. DOI 10.1016/j.anireprosci.2015.10.005.

GRUNDY, Sophie A., 2006. Clinically Relevant Physiology of the Neonate. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1 mai 2006. Vol. 36, n° 3, pp. 443-459. DOI 10.1016/j.cvsm.2005.12.002.

GRUNDY, Sophie A., 2023. Canine Neonatal Health. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. septembre 2023. Vol. 53, n° 5, pp. 1161-1193. DOI 10.1016/j.cvsm.2023.05.008.

GUARDINI, Giovanna, BOWEN, Jon, RAVIGLIONE, Silvia, FARINA, Roberta et GAZZANO, Angelo, 2015. Maternal behaviour in domestic dogs: a comparison between primiparous and multiparous dogs. *Dog behavior*. 2 avril 2015. Vol. 1, n° 1, pp. 22-33. DOI 10.4454/db.v1i1.4.

GUÉRARD, Chloé, 2019. *Intérêt de l'autopsie et des examens complémentaires dans le diagnostic postmortem chez le chiot nouveau-né*. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Paul-Sabatier, 163p.

GUILLOTEAU, Aurélien, SERVET, Eric, BIOURGE, Vincent, ACVN, Diplomate et ECOCHARD, Claude. Folic acid and cleft palate in brachycephalic dogs. 2006. Vol. 16, n° 2, pp30-33.

HEBERT, Fabrice et BULLIOT, Christophe, 2019. *Guide pratique de médecine interne chien, chat et NAC. 5ème édition*. MED'COM. 854p. Paris : Editions Méd'com. ISBN 978-2-35403-256-2.

HOSKINS, Johnny D., 2001. Chapter 4 - Puppy and Kitten Losses. In : HOSKINS, Johnny D. (éd.), *Veterinary Pediatrics (Third Edition)* [en ligne]. Philadelphia : W.B. Saunders. pp. 57-61. [Consulté le 30 avril 2022]. ISBN 978-0-7216-7665-4. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780721676654500085>

INDREBØ, Astrid, TRANGERUD, Cathrine et MOE, Lars, 2007. Canine neonatal mortality in four large breeds. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 12 décembre 2007. Vol. 49, n° 1, pp. S2. DOI 10.1186/1751-0147-49-S1-S2.

KAJDIČ, Leonida, PLAVEC, Tanja, ZDOVC, Irena, KALIN, Anja et ZAKOŠEK PIPAN, Maja, 2021. Impact of Type of Parturition on Colostrum Microbiota Composition and Puppy Survival. *Animals*. juillet 2021. Vol. 11, n° 7, pp. 1897. DOI 10.3390/ani11071897.

KASZAK, Ilona, RUSZCZAK, Anna, KANAFKA, Szymon, PIŁASZEWICZ, Witkowska, SACHARCZUK, Mariusz et JURKA, Piotr, 2018. New insights of canine mastitis – a review. *Animal Science Papers and Reports*. 2018. Vol. 36, n° 1, pp. 33-44.

KI, Ogbu, SO, Ochai, MMA, Danladi, MH, Abdullateef, EO, Agwu et JG, Gyengdeng, 2016. A review of Neonatal mortality in Dogs. *Internal Journal of Life Sciences*. 2016. Vol. 4, n° 4, pp. 451-460.

- KONDE, Andrew, GITAU, George, KIPTOON, Japheth et GAKUYA, Daniel, 2015. Puppy Morbidity and Mortality among Breeding Kennels in Nairobi, Kenya. *Jacobs Journal of Veterinary Science and Research*. 29 septembre 2015. Vol. 1, pp. 19.
- KUSSE, Ganzabe, BIRHANU, Maradona et AYELE, Tilahun, 2018. Review on Dog Neonatal Mortality. . 2018. pp. 8.
- KUSTRITZ, Margaret V. Root, 2005. Reproductive behavior of small animals. *Theriogenology*. août 2005. Vol. 64, n° 3, pp. 734-746. DOI 10.1016/j.theriogenology.2005.05.022.
- LAWLER, D.F., 2008. Neonatal and pediatric care of the puppy and kitten. *Theriogenology*. août 2008. Vol. 70, n° 3, pp. 384-392. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.04.019.
- LEZAMA-GARCÍA, Karina, MARITI, Chiara, MOTA-ROJAS, Daniel, MARTÍNEZ-BURNES, Julio, BARRIOS-GARCÍA, Hugo et GAZZANO, Angelo, 2019. Maternal behaviour in domestic dogs. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 21 juillet 2019. Vol. 7, n° 1, pp. 20-30. DOI 10.1080/23144599.2019.1641899.
- LÖHR, Christiane V., 2011. Postmortem Examination of the Puppy and Kitten. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 276-287. [Consulté le 18 septembre 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000310>
- LOPATE, Cheryl et SEKSEL, Kersti, 2012. Canine Neonatal Physiology, Behavior, and Socialization. In : *Management of Pregnant and Neonatal Dogs, Cats, and Exotic Pets* [en ligne]. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 93-127. [Consulté le 3 janvier 2023]. ISBN 978-1-118-99721-5. Disponible à l'adresse : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118997215.ch7>
- MAGNE, Michael L., 2006. Selected Topics in Pediatric Gastroenterology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mai 2006. Vol. 36, n° 3, pp. 533-548. DOI 10.1016/j.cvsm.2005.12.001.
- MATA, John et PAPICH, Mark G., 2011. Pharmacologic Considerations in the Young Patient. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 233-243. [Consulté le 26 novembre 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000279>
- MCDONOUGH, Sean et SOUTHARD, Teresa, 2017. The Necropsy Procedure. In : *Necropsy Guide for Dogs, Cats, and Small Mammals* [en ligne]. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 21-37. [Consulté le 13 septembre 2023]. ISBN 978-1-119-31700-5. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119317005.ch3>
- MCLEAN, Susan F., 2016. Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *Journal of Medical Education and Curricular Development*. 27 avril 2016. Vol. 3, pp. JMECD.S20377. DOI 10.4137/JMECD.S20377.
- MELANDRI, Monica, AIUDI, Giulio Guido, CAIRA, Michele et ALONGE, Salvatore, 2020. A Biotic Support During Pregnancy to Strengthen the Gastrointestinal Performance in Puppies. *Frontiers in Veterinary Science* [en ligne]. 2020. Vol. 7. [Consulté le 10 mars 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.00417>
- MELONI, Tea, MARTINO, Piera A. et GRIECO, Valeria, 2014. A survey on bacterial involvement in neonatal mortality in dogs. *Veterinaria Italiana*. 31 décembre 2014. N° 50(4), pp. 293-299. DOI 10.12834/VetIt.45.2244.2.

- MILA, H., FEUGIER, A., GRELLET, A., ANNE, J., GONNIER, M., MARTIN, M., ROSSIG, L. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2014. Inadequate passive immune transfer in puppies: definition, risk factors and prevention in a large multi-breed kennel. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 septembre 2014. Vol. 116, n° 1, pp. 209-213. DOI 10.1016/j.prevetmed.2014.05.001.
- MILA, H, GRELLET, A, MARIANI, C, FEUGIER, A, GUARD, B, SUCHODOLSKI, J, STEINER, J et CHASTANT-MAILLARD, S, 2017. Natural and artificial hyperimmune solutions: Impact on health in puppies. *Reproduction in Domestic Animals*. 2017. Vol. 52, n° S2, pp. 163-169. DOI 10.1111/rda.12824.
- MILA, Hanna, FEUGIER, Alexandre, GRELLET, Aurélien, ANNE, Jennifer, GONNIER, Milène, MARTIN, Maelys, ROSSIG, Lisa et CHASTANT-MAILLARD, Sylvie, 2015. Immunoglobulin G concentration in canine colostrum: Evaluation and variability. *Journal of Reproductive Immunology*. 1 novembre 2015. Vol. 112, pp. 24-28. DOI 10.1016/j.jri.2015.06.001.
- MILA, Hanna, GRELLET, A., FEUGIER, A. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2015. Differential impact of birth weight and early growth on neonatal mortality in puppies^{1,2}. *Journal of Animal Science*. 1 septembre 2015. Vol. 93, n° 9, pp. 4436-4442. DOI 10.2527/jas.2015-8971.
- MILA, Hanna, GRELLET, Aurélien, DELEBARRE, Marine, MARIANI, Claire, FEUGIER, Alexandre et CHASTANT-MAILLARD, Sylvie, 2017. Monitoring of the newborn dog and prediction of neonatal mortality. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 août 2017. Vol. 143, pp. 11-20. DOI 10.1016/j.prevetmed.2017.05.005.
- MILA, Hanna, GRELLET, Aurélien, FEUGIER, A., ANNE, J., GONNIER, M., MARTIN, M., ROSSIG, L. et CHASTANT, Sylvie, 2016. The importance of passive immunity transfer in puppies to control neonatal mortality. . 1 octobre 2016. Vol. 47, pp. 12-15.
- MILA, Hanna, GUERARD, Chloé et RAYMOND-LETRON, Isabelle, 2021. Guidelines for postmortem examination of newborn dogs. *Animal Health Research Reviews*. décembre 2021. Vol. 22, n° 2, pp. 109-119. DOI 10.1017/S1466252321000128.
- MINHAS, Paras Singh, GHOSH, Arundhati et SWANZY, Leah, 2012. The effects of passive and active learning on student preference and performance in an undergraduate basic science course. *Anatomical Sciences Education*. 2012. Vol. 5, n° 4, pp. 200-207. DOI 10.1002/ase.1274.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORET, 2016. *Annexes de l'arrêté du 3 avril 2014 fixant les règles sanitaires et de protection animale auxquelles doivent satisfaire les activités liées aux animaux de compagnie d'espèces domestiques relevant du au IV de l' article L214-6 du code rural et de la pêche maritime*. [en ligne]. 7 juillet 2016. AGRG1407261A. [Consulté le 24 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/document_administratif-d8cd82e2-98d9-48d6-b709-6efb2e85c8ac/telechargement
- MUGNIER, Amélie, CHASTANT, Sylvie, SAEGERMAN, Claude, GAILLARD, Virginie, GRELLET, Aurélien et MILA, Hanna, 2021. Management of Low Birth Weight in Canine and Feline Species: Breeder Profiling. *Animals*. octobre 2021. Vol. 11, n° 10, pp. 2953. DOI 10.3390/ani11102953.
- MUGNIER, Amélie, CHASTANT-MAILLARD, Sylvie, MILA, Hanna, LYAZRHI, Faouzi et GUIRAUD, Florine, 2020. Low and very low birth weight in puppies: definitions, risk factors and survival in a large-scale population. *BMC veterinary research*. 24 septembre 2020. Vol. 16, n° 1, pp. 354. DOI 10.1186/s12917-020-02577-z.

MUGNIER, Amélie, MILA, Hanna, GUIRAUD, Florine, BRÉVAUX, Julie, LECARPENTIER, Manon et MARTINEZ, Clara, 2019. Birth weight as a risk factor for neonatal mortality: Breed-specific approach to identify at-risk puppies. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 novembre 2019. Vol. 171, pp. 104746. DOI 10.1016/j.prevetmed.2019.104746.

MÜNNICH, A., 2008. The pathological newborn in small animals: the neonate is not a small adult. *Veterinary Research Communications*. 1 septembre 2008. Vol. 32, n° 1, pp. 81-85. DOI 10.1007/s11259-008-9096-0.

MÜNNICH, A et KÜCHENMEISTER, U, 2014. Causes, Diagnosis and Therapy of Common Diseases in Neonatal Puppies in the First Days of Life: Cornerstones of Practical Approach. *Reproduction in Domestic Animals*. 2014. Vol. 49, n° s2, pp. 64-74. DOI 10.1111/rda.12329.

NOBRE PACIFICO PEREIRA, Keylla Helena, FUCHS, Kárita Da Mata, HIBARU, Viviane Yukari, CRUZ DOS SANTOS CORREIA, Luiz Eduardo, FERREIRA, João Carlos Pinheiro, FERREIRA DE SOUZA, Fabiana, MACHADO, Luiz Henrique De Araújo, CHIACCHIO, Simone Biagio et GOMES LOURENÇO, Maria Lucia, 2022. Neonatal sepsis in dogs: Incidence, clinical aspects and mortality. *Theriogenology*. janvier 2022. Vol. 177, pp. 103-115. DOI 10.1016/j.theriogenology.2021.10.015.

NOBRE PACÍFICO PEREIRA, Keylla Helena, HIBARU, Viviane Yukari, FUCHS, Kárita da Mata, CRUZ DOS SANTOS CORREIA, Luiz Eduardo, LOPES, Maria Denise, FERREIRA, João Carlos Pinheiro, FERREIRA DE SOUZA, Fabiana, MACHADO, Luiz Henrique de Araújo, CHIACCHIO, Simone Biagio et GOMES LOURENÇO, Maria Lucia, 2022. Use of cardiac troponin I (cTnI) levels to diagnose severe hypoxia and myocardial injury induced by perinatal asphyxia in neonatal dogs. *Theriogenology*. mars 2022. Vol. 180, pp. 146-153. DOI 10.1016/j.theriogenology.2021.12.027.

NORMAND, Louis, 2017. L'apprentissage actif : une question de risques... calculés. *Pédagogie collégiale*. 2017. Vol. 31, pp. 5-12.

PANCIERA, David, 2013. Hypothyroidism in Dogs. In : *Clinical Endocrinology of Companion Animals* [en ligne]. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 263-272. [Consulté le 25 novembre 2023]. ISBN 978-1-118-99709-3. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118997093.ch25>

PANCIERA, D.L., PURSWELL, B.J. et KOLSTER, K.A., 2007. Effect of short-term hypothyroidism on reproduction in the bitch. *Theriogenology*. août 2007. Vol. 68, n° 3, pp. 316-321. DOI 10.1016/j.theriogenology.2007.04.026.

PANCIERA, D.I., PURSWELL, B.j., KOLSTER, K.a., WERRE, S.r. et TROUT, S.w., 2012. Reproductive Effects of Prolonged Experimentally Induced Hypothyroidism in Bitches. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2012. Vol. 26, n° 2, pp. 326-333. DOI 10.1111/j.1939-1676.2011.00872.x.

PERALTA, Santiago, CAMPBELL, Robert D., FIANI, Nadine, KAN-ROHRER, Kimi H. et VERSTRAETE, Frank J. M., 2018. Outcomes of surgical repair of congenital palatal defects in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 décembre 2018. Vol. 253, n° 11, pp. 1445-1451. DOI 10.2460/javma.253.11.1445.

PEREIRA, Keylla Helena Nobre Pacifico, CRUZ DOS SANTOS CORREIA, Luiz Eduardo, RITIR OLIVEIRA, Elton Luís, BERNARDO, Ramona Bastos, NAGIB JORGE, Mariana Lemos, MEZZENA GOBATO, Mariana Luiza, FERREIRA DE SOUZA, Fabiana, ROCHA, Noeme Sousa, CHIACCHIO, Simone Biagio et GOMES LOURENÇO, Maria Lucia, 2019. Incidence of congenital malformations and impact on the mortality of neonatal canines. *Theriogenology*. 1 décembre 2019. Vol. 140, pp. 52-57. DOI 10.1016/j.theriogenology.2019.07.027.

PEREIRA, Keylla Helena Nobre Pacífico, FUCHS, Kárita da Mata, CORRÊA, Jaqueline Valença, CHIACCHIO, Simone Biagio et LOURENÇO, Maria Lucia Gomes, 2022. Neonatology: Topics on Puppies and Kittens Neonatal Management to Improve Neonatal Outcome. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 5 décembre 2022. Vol. 12, n° 23, pp. 3426. DOI 10.3390/ani12233426.

PETERSON, Michael E., 2011. Chapter 11 - Neonatal Mortality. In : PETERSON, Michael E. et KUTZLER, Michelle Anne (éd.), *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Saint Louis : W.B. Saunders. pp. 82-87. [Consulté le 12 janvier 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781416048893000115>

POULET, Hervé, 2005. Actualités et questions sur l'herpèsvirose canine. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 2005. Vol. 158, n° 4, pp. 353-361. DOI 10.4267/2042/47789.

REYES-SOTELO, Brenda, MOTA-ROJAS, Daniel, MARTÍNEZ-BURNES, Julio, OLMOS-HERNÁNDEZ, Adriana, HERNÁNDEZ-ÁVALOS, Ismael, JOSÉ, Nancy, CASAS-ALVARADO, Alejandro, GÓMEZ, Jocelyn et MORA-MEDINA, Patricia, 2021. Thermal homeostasis in the newborn puppy: behavioral and physiological responses. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2021. Vol. 9, n° 1, pp. 1-12. DOI 10.31893/jabb.21012.

RICKARD, Valeria, 2011. Birth and the First 24 Hours. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 11-19. [Consulté le 4 septembre 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000024>

ROMAN, Nicholas, CARNEY, Patrick C., FIANI, Nadine et PERALTA, Santiago, 2019. Incidence patterns of orofacial clefts in purebred dogs. *PLOS ONE*. 4 novembre 2019. Vol. 14, n° 11, pp. e0224574. DOI 10.1371/journal.pone.0224574.

ROOT KUSTRITZ, Margaret V., 2003. Chapter 10 - Neonatology. In : ROOT KUSTRITZ, Margaret V. et MESSONNIER, Shawn P. (éd.), *Small Animal Theriogenology* [en ligne]. Saint Louis : Butterworth-Heinemann. pp. 283-329. [Consulté le 26 novembre 2023]. ISBN 978-0-7506-7408-9. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750674089500165>

ROOT KUSTRITZ, Margaret V., 2010a. What are the common causes of diarrhea in puppies and kittens ? In : *Clinical canine and feline reproduction : evidence-based answers*. Wiley-Blackwell. Ames. pp. 299-300. ISBN 978-0-8138-1584-8.

ROOT KUSTRITZ, Margaret V., 2010b. What are the clinical manifestations of septicemia and how is it diagnosed and treated ? In : *Clinical canine and feline reproduction : evidence-based answers* [en ligne]. Wiley-Blackwell. Ames. pp. 301-302. [Consulté le 7 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : 978-0-8138-1584-8

ROOT KUSTRITZ, Margaret V., 2011. History and Physical Examination of the Neonate. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 20-27. [Consulté le 24 mars 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000036>

ROOT KUSTRITZ, Margaret V., 2012. Canine Neonatal Disorders. In : *Management of Pregnant and Neonatal Dogs, Cats, and Exotic Pets* [en ligne]. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 129-144. [Consulté le 30 avril 2022]. ISBN 978-1-118-99721-5. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118997215.ch8>

ROTH, James A., 1987. Possible Association of Thymus Dysfunction with Fading Syndromes in Puppies and Kittens. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1 mai 1987. Vol. 17, n° 3, pp. 603-616. DOI 10.1016/S0195-5616(87)50056-0.

RUAUX, Craig, 2011. The Respiratory System. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 328-339. [Consulté le 13 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000346>

SALIB, Fayez, 2013. Fading Puppy Syndrome Associated with *Toxocara canis* Infection. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 1 juillet 2013. Vol. 3, n° 3, pp. 93-97.

SANTOS, N. R., BECK, A. et FONTBONNE, A., 2020. A review of maternal behaviour in dogs and potential areas for further research. *Journal of Small Animal Practice*. 2020. Vol. 61, n° 2, pp. 85-92. DOI 10.1111/jsap.13085.

SCHRACK, J., DOLF, G., REICHLER, I.M. et SCHELLING, C., 2017. Factors influencing litter size and puppy losses in the Entlebucher Mountain dog. *Theriogenology*. juin 2017. Vol. 95, pp. 163-170. DOI 10.1016/j.theriogenology.2017.03.004.

SMITH, Frances O., 2011. Prenatal Care of the Bitch and Queen. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 1-10. [Consulté le 8 février 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000012>

TABURET, A M et FURLAN, V, 2000. Le système des cytochromes P450 : définition, rôle et implication dans la pharmacocinétique des anti-infectieux. *La Lettre de l'infectiologue*. Janvier 2000. Vol. XV, n° 1, pp. 12-17.

TAL, Smadar, TIKHONOV, Evgenii, AROCH, Itamar, HEFETZ, Lior, TURJEMAN, Sondra, KOREN, Omry et KUZU, Sharon, 2021. Developmental intestinal microbiome alterations in canine fading puppy syndrome: a prospective observational study. *npj Biofilms and Microbiomes*. 23 juin 2021. Vol. 7, n° 1, pp. 1-10. DOI 10.1038/s41522-021-00222-7.

THÉBAULT, Anne, 2004. Prophylaxie de l'herpès-virose en élevage canin. *Le Point Vétérinaire*. 1 mai 2004. Vol. 35, n° 245, pp. 18-23.

TRAAS, A.M., 2008. Resuscitation of canine and feline neonates. *Theriogenology*. août 2008. Vol. 70, n° 3, pp. 343-348. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.04.009.

UCHAŃSKA, Oliwia, OCHOTA, Małgorzata, EBERHARDT, Maria et NIŻAŃSKI, Wojciech, 2022. Dead or Alive? A Review of Perinatal Factors That Determine Canine Neonatal Viability. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 30 mai 2022. Vol. 12, n° 11, pp. 1402. DOI 10.3390/ani12111402.

VANDAËLE, Eric, 2003. Herpès-virose : vacciner la mère pour protéger le chiot nouveau-né - Le Point Vétérinaire n° 233 du 01/03/2003. *Le Point Vétérinaire.fr*. mars 2003. Vol. 34, n° 233, pp. 14-15.

VASSALO, Flávia Gardilin, SIMÕES, Carla Regina Barbieri, SUDANO, Mateus José, PRESTES, Nereu Carlos, LOPES, Maria Denise, CHIACCHIO, Simone Biagio et LOURENÇO, Maria Lúcia Gomes, 2015. Topics in the Routine Assessment of Newborn Puppy Viability. *Topics in Companion Animal Medicine*. 1 mars 2015. Vol. 30, n° 1, pp. 16-21. DOI 10.1053/j.tcam.2015.02.003.

VERONESI, M. C., PANZANI, S., FAUSTINI, M. et ROTA, A., 2009. An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology*. 1 août 2009. Vol. 72, n° 3, pp. 401-407. DOI 10.1016/j.theriogenology.2009.03.010.

WILBORN, Robyn R., 2018. Small Animal Neonatal Health. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1 juillet 2018. Vol. 48, n° 4, pp. 683-699. DOI 10.1016/j.cvsm.2018.02.011.

ZAKOŠEK PIPAN, Maja, KAJDIČ, Leonida, KALIN, Anja, PLAVEC, Tanja et ZDOVC, Irena, 2020. Do newborn puppies have their own microbiota at birth? Influence of type of birth on newborn puppy microbiota. *Theriogenology*. 1 août 2020. Vol. 152, pp. 18-28.
DOI 10.1016/j.theriogenology.2020.04.014.

ZIMMERT, Emmanuel. La Digitale. [en ligne]. [Consulté le 12 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://ladigitale.dev>

ZOCCOLI, Jessica, 2011. *Utilisation des Tices dans l'apprentissage en reproduction des carnivores domestiques. Intérêts et exemples appliqués à des cas pathologiques chez la chienne*. [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Claude-Bernard - Lyon 1. 169p. [Consulté le 27 juin 2023]. Disponible à l'adresse : https://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2011lyon034.pdf

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire du cas n°1 : conseil d'élevage.

Mr Leroux est passionné depuis une dizaine d'années par les Golden Retriever et ambitionne de se lancer dans l'élevage.

Il possède déjà une chienne, Olly, qu'il compte mettre à la reproduction prochainement. Pour se préparer correctement, il a déjà mis en place une maternité dans sa maison. Il vous contacte pour savoir si son installation est bonne. Vous en profitez pour recueillir des informations sur sa chienne et vérifier que Mr Leroux est prêt.

Que souhaitez-vous faire en premier ? A ou B ?

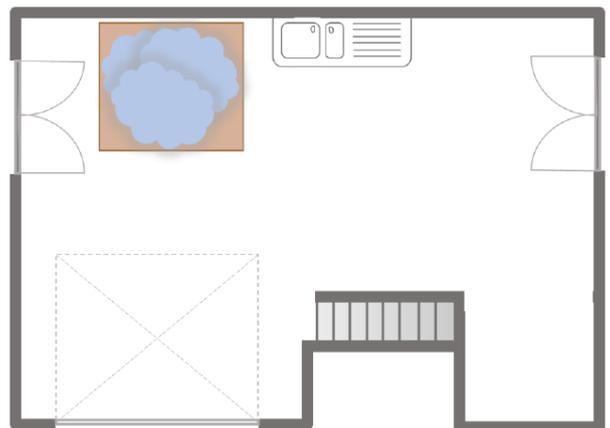
A – Explorer la maternité

Vous entrez chez Mr Leroux et le suivez jusqu'à son **garage**, pièce où il a mis en place une maternité.

Vous pouvez consulter le **plan du garage (1)** ou **examiner de plus près la maternité (2)**.

A – (1) Consulter les plans

La maternité est actuellement située au garage, selon le plan ci-contre. Le garage est de plein pied, et présente 2 fenêtres, une porte de garage et un escalier. Mr Leroux affirme avoir choisi cet endroit pour sa proximité avec son évier, point d'eau dont il se servira pour le nettoyage du box.



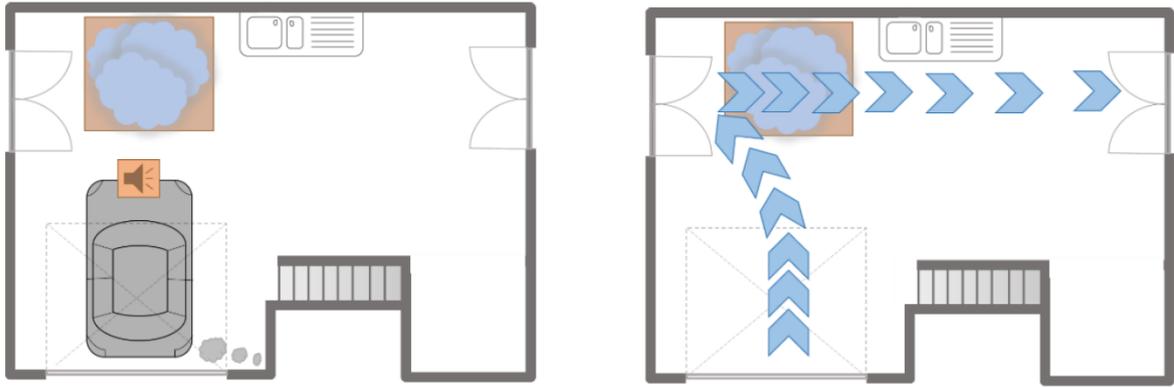
Question 1-1 : Pensez-vous que la localisation choisie par Mr Leroux soit adéquate ?

- **Oui** *Es-tu sûr de cela ? Au vu de la configuration de la pièce quels points font que ce choix n'est pas judicieux ?*
- **Non** *Effectivement, ce choix n'est pas judicieux à plusieurs égards.*

Question 1-2 : Ce choix n'est pas judicieux à plusieurs niveaux, lesquels ?

- Risques de toxicité
- Ventilation inadaptée
- Nuisances sonores
- Luminosité inadaptée
- Surveillance difficile

Oui effectivement, le positionnement en face de la porte du garage n'est pas adéquat.



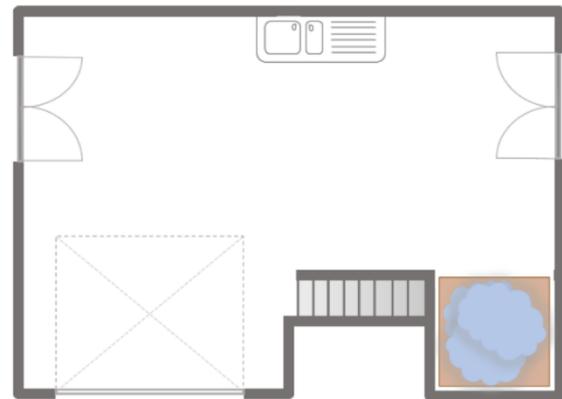
Mr Leroux gare tous les jours sa voiture à cet endroit, ce qui engendre des **nuisances sonores** et un **stress** important pour la mère et la future portée. Les gaz d'échappement sont **toxiques** et peuvent provoquer des affections respiratoires.

L'alignement des deux fenêtres apporte une **bonne luminosité** à la pièce mais aussi la formation potentielle de forts **courants d'air**, favorisant fortement l'hypothermie chez les chiots.

Mr Leroux vous propose alors de bouger sa maternité derrière ses escaliers.

Question 1-3 : Qu'en pensez-vous ?

- C'est une idée satisfaisante qui évite les courants d'airs et diminue les nuisances sonores.



Ce nouvel emplacement permet effectivement de réduire les courants d'airs directs et d'atténuer légèrement les nuisances sonores, néanmoins, cette solution n'est pas suffisante.

- C'est un emplacement qui réduit les courants d'airs et diminue les nuisances sonores.

Oui, effectivement, ce changement améliore ces points, mais reste non optimal.

- Cet emplacement est parfaitement adapté car il permet à la mère et ses chiots d'être isolés du bruit des pièces de vie de la maison.
- Cela est insuffisant, la luminosité et l'accessibilité à la nurserie sont faibles dans ce recoin.

Oui, effectivement, bien que ce changement améliore certains points, vous conseillez tout de même à Mr Leroux d'envisager de mettre la maternité dans un lieu plus accessible et plus lumineux de sa maison.

- Cet emplacement reste peu pratique pour surveiller les chiots.

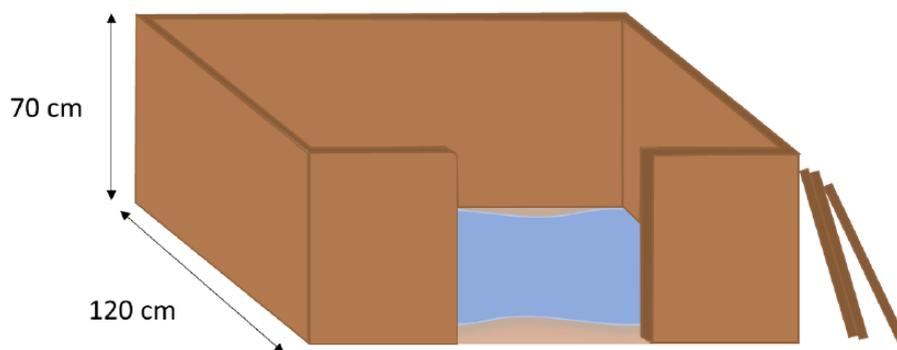
Effectivement, le garage est éloigné des pièces de vie et Mr Leroux n'y passe que très peu de temps.

Mr Leroux doit respecter certaines conditions de logement, réglementées par l'article L214-6 du code rural. De la lumière naturelle, une aération et des systèmes de maintien de la température et de l'hygrométrie doivent être mis en place.

A – (2) Examiner la maternité

Vous décidez d'examiner la maternité elle-même.

Vous vous approchez de la nurserie que Mr Leroux a fabriquée. Il s'agit d'un enclos en **bois imperméabilisé**, mesurant **120 cm de côté et 70 cm de haut**. L'ouverture principale se ferme grâce à 3 panneaux de bois. L'intérieur est recouvert de **couvertures**, Mr Leroux possède un stock pour les changer et les laver régulièrement.



Question 1-4 : Etant donné la taille classique d'un Golden Retriever, estimez-vous que la taille de cette maternité soit adaptée ?

- Oui
- Non

Une chienne Golden Retriever mesure environ 56 cm de haut, cette nurserie convient donc tout à fait pour la mise bas et la période néonatale. Néanmoins, à la fin de cette période, les chiots pouvant être nombreux et plutôt grands et actifs, elle deviendra trop étroite.

Question bonus : Concernant le matériau choisi pour la maternité, Mr Leroux à fait un bon choix. **De manière générale, quel autre matériau peut être utilisé pour créer des enclos de maternité ?**

- Enclos grillagé

Leur utilisation est possible, néanmoins attention à la taille des interstices entre les barreaux ! Les chiots ne doivent pas pouvoir fuir, ni se coincer dedans. Ce type d'enclos permet une bonne aération du nid donc attention également à la température de la pièce.

- Carton

Le carton peut être utilisé de manière très temporaire, lors du part par exemple pour une petite race. Néanmoins, il absorbe rapidement les fluides, et les chiots risquent d'être mouillés.

- Métal

Et non ! Des parois métalliques pleines ont l'avantage d'être nettoyé facilement, et de ne pas retenir les fluides ou saleté. Néanmoins, le contact avec le métal est froid et mène à des pertes de chaleur par conduction des chiots.

- Plastique

Oui ! Le plastique est facile à nettoyer et ne conserve pas le froid. On peut notamment utiliser des caisses si l'on élève une petite race.

Question 1-5 : Concernant la taille d'une nursery, associez chacune des propositions suivantes au risque majoritaire :

- 1- Enclos trop vaste → Risque d'hypothermie
- 2- Enclos trop petit → Risque d'écrasement

Propositions fausses : **Risque d'intoxication / Risque de déshydratation**

Les **couvertures** utilisées, doivent avoir certaines caractéristiques. Selon les tissus dont elles sont composées, leur usage peut être recommandé ou non.

Question bonus :

Bien que la taille des enclos de maternité ne soit pas réglementée, la surface totale sur laquelle la chienne vit l'est.

La surface requise est de 5 m² minimum.

Tout chien doit disposer de cette surface. Les chiennes gestantes et leur portée peuvent être héberger sur ces surfaces. Lorsque les chiots sont encore petits, fermer partiellement l'entrée de l'enclos permet à la chienne de disposer de toute la pièce.

Question 1-6 : Répartissez dans le tableau suivant les avantages et inconvénients de l'utilisation de couvertures.

Réponse juste :

Avantages	Inconvénients
Séchage rapide	Effet amas
Tissus absorbants	Tissus peu absorbants
Réchauffement du chiot	Renouvellement et nettoyage régulier

En effet, les couvertures, utilisées pour améliorer le confort de la mère et de la portée permettent, si le tissu est bien choisi, de **lutter contre l'hypothermie** en réchauffant les chiots, et en évitant le contact avec des surfaces froides. Néanmoins, si les fluides ne sont pas rapidement absorbés, les chiots perdent rapidement de la chaleur par évaporation.

Question 1-7 : En dehors des caractéristiques de l'enclos et des couvertures utilisées, deux paramètres physiques doivent être contrôlés au niveau de la maternité lesquels ?
[Question ouverte]

Humidité et température

Question 1-8 : Quelle est la température ambiante idéale pour une portée dont la mère n'est pas présente ?

- 30°C la première semaine puis 26,6°C les semaines suivantes
- 30°C la première semaine puis 24°C les semaines suivantes
- 32°C la première semaine puis 30,5°C les semaines suivantes
- 32°C la première semaine puis 26,6°C les semaines suivantes

Question 1-9 : Quelle est la température idéale de la pièce contenant l'enclos ?

- 18 à 20°C
- 20 à 24°C
- 24 à 26°C
- 26 à 28°C

Point information : Il existe des maternités avec un nid dont la température est réglable indépendamment du reste de la maternité. Cela permet d'adapter la température du nid au chiot, tout en laissant une zone moins chaude, plus agréable pour la chienne.

Question 1-10 : Quelle est l'hygrométrie adaptée ?

- 25 à 35%
- 35 à 45%
- 45 à 55%
- 55 à 65%

Oui ! Et chez les chiots de faible poids de naissance, elle peut être augmentée jusqu'à 85%.

Point information : Mr Leroux doit mettre en place un système de réglage et de contrôle de la température et de l'hygrométrie (article L214-6 du code rural).

A – (3) Hygiène

Mr Leroux vous a informé au début de votre visite que son choix de localisation était lié à la présence du point d'eau pour nettoyer la maternité. Il vous explique qu'il prévoit **de nettoyer l'enclos en passant le jet d'eau sous pression.**

Question 1-11 : Cette méthode est-elle suffisante ?

- Oui

L'immaturation du système immunitaire des chiots les rend extrêmement sensibles aux agents pathogènes. L'utilisation de produits désinfectants est indispensable.

- Non

Effectivement, l'utilisation de produits désinfectants est indispensable.

Différents **désinfectants** peuvent être utilisés : eau de Javel, produits à base de chlore, chlorhexidine ou peroxyde d'hydrogène. Les **produits iodés** sont plutôt **virucides** tandis que les **phénols** sont **bactéricides**.

Question 1-12 : Les désinfectants peuvent devenir des toxiques pour les chiots. Quelle particularité physiologique du nouveau-né le rend potentiellement sensible à ces produits ? [Question ouverte]

Perméabilité cutanée / absorption transcutanée

Question 1-13 : Replacez dans l'ordre les 3 étapes suivantes :

- 1- Nettoyage mécanique
- 2- Application de détergents
- 3- Application de virucides

Question 1-14 : Maintenant que vous avez pu voir tous les points concernant la maternité, quand est-ce que la chienne de Mr Leroux doit-elle emménager dans cette nurserie ?

- Une à deux semaines avant la date prévue du part,

Une à deux semaines sont nécessaires pour permettre à la chienne de s'habituer à son nouveau lieu de couchage. L'installer plus tôt n'est pas nécessaire. Attendre le part pour effectuer ce changement ajoute une source de nouveauté et donc de stress que l'on veut éviter à tout prix.

- Juste avant le part, lorsque les premiers signes sont détectés,

Attendre le part pour effectuer ce changement ajoute une source de nouveauté et donc un stress important que l'on veut éviter à tout prix.

- Deux jours avant la date prévue du part,

Question 1-15 : Plusieurs des mesures prises visent à diminuer le stress, pourquoi ?

- Le stress augmente le risque d'hypothermie chez les chiots.
- Le stress peut provoquer une immunodépression maternelle.
- Le stress augmente le risque d'hypoglycémie chez les chiots.
- Le stress peut provoquer une hypo ou agalactie.
- Le stress augmente le risque de mortalité néonatale par traumatisme.

Le stress chez la mère provoque immunodépression, perturbation de la lactation et des compétences maternelles. Une chienne stressée est agitée, reste debout et allaite moins ses chiots, augmentant les risques d'hypothermie, hypoglycémie et d'écrasement.

Question 1-16 : Concernant les risques de mort par écrasement, quel dispositif M.Leroux peut-il ajouter à sa nurserie ? [Question ouverte]

[Barres latérales](#) / [barres](#) / [barres anti-écrasement](#)

Point information :



Figure : Maternité avec barres anti-écrasement.
Source : CERREC, VetAgro Sup

B – Consulter les informations d'Olly

Vous décidez de vous pencher sur les informations concernant Olly.

Dans un premier temps vous posez des questions de base à M. Leroux. **Quelles informations avez-vous envie de connaître ?**

- Olly a-t-elle déjà eu des portées ? → Non aucune.
- Quelle est l'alimentation choisie actuellement ? → Croquettes vétérinaires pour chien adulte.

- Olly présente-t-elle des affections systémiques ? → Non aucune.
- Avez-vous d'autres animaux ? → Une perruche.

Le passeport et les derniers vaccins en date de la chienne sont présentés ci-contre. Nous sommes le **15/10/2023**.

Date : 18/09/2023 Age : 3 ans et demi Poids : 35 kg Score corporel : 6/9	
	Vaccination : <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> CHPPi Lot : A678433 Exp : 04-2025 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> L multi Lot : B456356 Exp : 07-2024 </div>
1. Nom <i>Olly</i> 2. Espèce <i>Chien</i> 3. Race <i>Golden Retriever</i> 4. Sexe <i>Femelle</i> 5. Date de naissance <i>15/03/2020</i> 6. Pelage <i>Crème</i>	Antiparasitaires : <i>Nexgard Spectra le 10/09/2023</i>

Question 2-1 : Dans le contexte de prévention de la mortalité néonatale, quelles sont les informations qui ne vont pas particulièrement vous intéresser chez une chienne Golden Retriever que l'on veut mettre à la reproduction ?

- Sa robe,
- Son poids,
- Sa race,
- Son âge,
- Les valences vaccinales contre lesquelles elle est immunisée,
- Les antiparasitaires reçus,

Effectivement, la race Golden Retriever ou encore la robe crème ne sont pas liées particulièrement à des facteurs de risque de mortalité néonatale.

Question 2-2 : Dans quel cas ces 2 paramètres (race et robe) seraient-ils particulièrement intéressants concernant la mortalité néonatale uniquement ?

- **Bouledogue Anglais**

Oui puisque le Bouledogue Anglais est une race brachycéphale.

- **Pékinois**

Oui, cette race est petite et brachycéphale et compile donc plusieurs risques. Elles sont notamment particulièrement à risque d'hydrocéphalie.

- **Races miniatures**

Les races miniatures sont prédisposées à l'hypocalcémie durant la lactation. Ce désordre calcique peut mener à une affection appelée éclampsie caractérisée par l'apparition de tétanie, ataxie, crises convulsives et hyperthermie. Les chiennes touchées ont plus de risque d'écraser leurs chiots. Le risque de cannibalisme est aussi accru.

- **Berger Australien de couleur bleu merle**

Dès qu'un chien est merle, il convient de faire attention au mariage effectué. Le croisement de deux chiens merle n'est pas recommandé et peut engendrer l'apparition de chiots sourds ou présentant des anomalies congénitales oculaires.

- **Dogue Allemand de couleur arlequin**

La mutation arlequin correspond à un éclaircissement du patron merle. L'homozygotie de l'allèle récessif H donnant l'arlequin est létale chez l'embryon. La mortalité est donc embryonnaire et non néonatale.

- **Races brachycéphales**

Effectivement, les races brachycéphales sont plus sujettes aux dystocies et à l'apparition de malformation congénitales telles que les fentes palatines ou labiales par exemple.

Clique sur les différents items pour examiner le passeport d'Olly ! → Age, Poids, Vaccins, antiparasitaires.

B – (1) Age

Question 2-3 : Concernant l'âge d'Olly, considérez-vous que :

Olly peut se reproduire.

Propositions fausses : **est trop âgée pour / est trop jeune pour**

Question 2-4 : Cochez les réponses vraies :

- Les chiennes primipares de plus de 6 ans sont plus à risque d'éclampsies.
- Les chiennes de moins de 2 ans donnent naissances à des chiots plus légers.
- La mortalité néonatale des chiots augmente lorsque la mère est âgée de plus de 8 ans.
- Les chiennes primipares de plus de 6 ans sont plus à risque de parts prolongés et de syndrome du chiot unique.
- La mortalité néonatale des chiots augmente lorsque la mère est âgée de plus de 6 ans.
- La limite supérieure d'âge de mise à la reproduction d'une chienne varie légèrement selon la taille de la race.
- Les chiennes de plus de 5 ans donnent naissance à des chiots présentant plus souvent des malformations congénitales.
- Les chiennes de plus de 7 ans donnent naissance à des chiots présentant plus souvent des malformations congénitales.
- Les chiennes ne doivent être mises à la reproduction qu'à partir de leur deuxième cycle sexuel.

Effectivement ! Cette condition est réglementée dans l'article L214-6 du code rural.

- Les chiennes de plus de 8 ans donnent naissances à des chiots plus légers.

Dans ce contexte, l'âge d'Olly n'est donc pas un frein à sa mise à la reproduction.

B – (2) Poids

Question 2-5 : Aux vues des informations données sur le carnet de Olly, et sachant que le poids idéal d'un Golden Retriever se situe entre 25 et 29 kg, Olly est en : [Question ouverte]

Surpoids.

Question 2-6 : Le surpoids et l'obésité de la mère sont des facteurs de risque de mortalité néonatale. Vrai / Faux

Question 2-7 : Effectivement, ils engendrent un risque accru de :

- Septicémies néonatales
- Dystocies
- Malformations congénitales
- Aucune de ces propositions

Effectivement, l'excès de graisse dans les tissus musculaires engendre une réduction des contractions utérines, qui sont donc moins efficaces. L'obésité est alors associée à un taux de mortalité élevé.

Dans l'idéal vous conseillez donc à M. Leroux d'attendre et de faire maigrir Olly avant la mise à la reproduction.

Même si la chienne est à un poids idéal lors de l'accouplement, la prise de poids durant la gestation doit néanmoins être contrôlée.

Question 2-8 : La prise de poids ne doit pas excéder :

- 5 à 15% du poids initial
- 15 à 25% du poids initial
- 25 à 35% du poids initial

Et après le part, dans l'idéal la chienne ne doit peser que 5 à 10% de plus que son poids idéal avant gestation.

B – (3) Vaccinations

Question 2-9 : En vue de sa gestation, souhaitez-vous vacciner Olly contre certaines maladies ?

- **Oui, contre la toux du chenil (*Bordetella broncheseptica*)**

Étant donné qu'Olly ne vit pas en collectivité et qu'elle sera maintenue chez M. Leroux durant sa gestation, la vaccination contre la toux du chenil n'est pas obligatoirement nécessaire.

- **Oui, contre la Leptospirose avec un vaccin dit « L4 ».**

*Il serait effectivement intéressant de vacciner Olly contre *L. interrogans* séro groupe Australis, souche non présente dans le vaccin L multi.*

- **Non, Olly est à jour de ses vaccins.**

Certes, Olly est à jour de ses vaccins pour les valences présentées sur le carnet, néanmoins, étant donné qu'une gestation est prévue, un vaccin supplémentaire est à envisager prioritairement.

- **On peut vacciner Olly contre l'herpès virose canine.**

L'herpès virose est une maladie virale grave associée à une forte mortalité néonatale. Des mesures hygiéniques peuvent suffire mais un vaccin est disponible en France.

- **Oui, contre la piroplasmose.**

Ce vaccin n'est pas un vaccin essentiel, une prévention antiparasitaire adéquat peut-être suffisante.

M. Leroux est curieux et vous interroge sur le protocole vaccinal à suivre pour l'herpès virose.

Question 2-10 : Quel est le protocole à suivre si Mr Leroux veut vacciner Olly ?

- **1 injection pendant les chaleurs puis une injection 1 à 2 semaines après le part**

Après 1 à 2 semaines après le part, le colostrum, source d'anticorps pour le chiot est déjà consommé. Stimuler l'immunité après ne permet donc pas de transfert efficace de l'immunité au chiot.

- 1 injection unique de primo vaccination puis un rappel annuel

Non, la vaccination contre l'herpès virose est périodique et ne se fait pas durant toute la vie de la chienne.

- 1 injection pendant les chaleurs puis une injection 1 à 2 semaines avant le part
- 1 injection 7 à 10 jours après la date présumée de la saillie puis une injection 1 à 2 semaines avant le part
- 3 injections à 4 semaines d'intervalle puis un rappel annuel

Non, la vaccination contre l'herpès virose est périodique et ne se fait pas durant toute la vie de la chienne.

Oui, la première injection est réalisée pendant les chaleurs ou après la saillie. La deuxième injection est toujours réalisée AVANT le part.

Point information : En pratique, la vaccination n'est pas réalisée de manière systématique. Le coût ou la mise en place du protocole peuvent freiner les propriétaires. Le respect de mesures hygiéniques strictes peut parfois suffire.

Question 2-11 : Quand est ce que le rappel vaccinal CHPPi L doit-il être effectué ?

- Avant le 18/09/2024 pour la leptospirose uniquement
- Avant le 18/09/2024 pour toutes les valences
- Pendant les chaleurs ou durant la 2e moitié de la gestation pour toutes les valences si Olly est mise à la reproduction.

La concentration sanguine en Ig chez la mère n'est pas proportionnelle à celle du colostrum. Néanmoins, rapprocher le rappel vaccinal de la gestation permet d'essayer d'augmenter la proportion d'immunoglobulines produites et potentiellement transférées aux chiots.

- Avant le 18/09/2024 pour la leptospirose uniquement si Olly n'a pas été saillie

Oui, si Olly n'est pas mise à la reproduction d'ici l'année suivante, seul le rappel annuel contre la leptospirose est recommandé. On pourra néanmoins conseiller une primovaccination L4 (2 injections à 4 semaines d'intervalle).

B – (4) Antiparasitaires

M. Leroux donne un comprimé de Nexgard Spectra tous les trois mois à Olly. La composition de cet antiparasitaire est présentée ci-contre.

Question 2-12 : Est-ce suffisant ? Non. Quelle catégorie de parasite n'est pas traitée avec cet antiparasitaire ? [Questions ouvertes] Cestodes

Nexgard Spectra®	
<u>Afoxolaner</u>	<u>Milbémyxine oxime</u>
Puces 5 semaines Tiques 1 mois	Nématodes gastro intestinaux adultes (ascarides, anlylostomes et trichiures)
	Prévention angiostrongylose et dirofilariose pendant 1 mois

Question 2-13 : A quelle fréquence Olly doit-elle être traitée contre les parasites internes en attendant la gestation ?

- Tous les mois,
- Tous les 6 mois,
- Tous les 3 mois,

Et contre les parasites externes ?

- Prévention durant la période printanière et estivale uniquement.
- Prévention constante soit tous les mois ou 3 mois selon la molécule utilisée.

Ensuite, chez la chienne gestante l'administration quotidienne de fenbendazole dès 40j de gestation jusqu'au 14e jour post-partum est conseillé pour lutter contre les nématodes gastro intestinaux.

Conclusion :

Félicitation ! Tu as fini cette visite !

L'**éleveur** est un **maillon central** pour prévenir la mortalité néonatale canine. Il est en première ligne et est celui qui s'occupe quotidiennement de la mère et des chiots. De nombreux **facteurs environnementaux** accentuent les risques de mortalité néonatale, il est donc primordial qu'il connaisse les **bonnes conditions de détention et d'hygiène**.

La prévention de la mortalité néonatale commence bien avant la naissance des chiots. Les caractéristiques maternelles sont importantes à prendre en compte. Renseigner judicieusement les éleveurs sur les mesures prénatales, notamment prophylactiques, est donc essentiel !

Annexe 2 : Questionnaire du cas n°2 : malformations congénitales

Mme Bleuet possède un élevage mixte de **bouledogues français** et de **chihuahua**. Sa chienne bouledogue français Izzie, âgée de 4 ans attend sa deuxième portée.

Lors de sa première gestation Izzie a subi une **césarienne d'urgence** à la suite d'un **part prolongé et dystocique**. Un seul chiot vivant est né. Mme Bleuet, stressée, a suivi attentivement la deuxième gestation de sa chienne. Une radiographie à 55 jours de gestation a mis en évidence 4 chiots. À la suite des difficultés lors du premier part, Mme Bleuet a programmé la césarienne de sa chienne.

Vous réalisez la césarienne, puis la réanimation des chiots avec votre équipe.

L'un des chiots attire directement votre attention. Il présente un aspect bouffi, et est mort-né.

Question 1 : Qu'elle est le nom de cette anomalie ?
[Question ouverte] Anasarque.

Question 2 : Cette anomalie correspond à :

- Des épanchements hémorragiques dans les grandes cavités.



Non, on trouve bien des épanchements mais ils ne sont pas hémorragiques.

- Une réaction inflammatoire généralisée en réponse à une infection bactérienne.
- Des transsudats dans les grandes cavités.
- Un œdème sous-cutané généralisé.

Oui tout à fait ! D'où l'apparition d'un aspect bouffi diffus...

Question 3 : Cochez les propositions vraies :

- Certains chiots présentant cette anomalie peuvent naître vivants.
- Les chiots touchés présentent souvent des malformations cardiaques.
- L'herpès virus canin fait partie des agents causaux potentiels.
- Les chiots touchés présentent souvent des malformations neurologiques.
- La toxoplasmose fait partie des agents causaux potentiels.
- Un traitement efficace existe pour ces chiots.

Question 4 : Parmi les races suivantes, lesquelles sont prédisposées à l'apparition d'anasarques ?

- Mastiff
- Pékinois
- Berger Allemand
- Bouledogue Anglais
- Boston Terrier
- Cavalier King Charles
- Carlins
- Bouledogue Français

Les 3 autres chiots sont nés vivants. Vous menez un examen clinique pour éventuellement détecter d'autres malformations congénitales.

Question 5 : Vous inspecter les chiots sous toutes leurs coutures. Associez ces malformations congénitales aux zones que vous examinez.

Appariement juste :

Cavités buccales et nasale : Fentes palatines et labiales

Crâne : Fontanelles ouvertes

Région anale : Imperforation de l'anus

Région génitale : Malformation des organes génitaux externes

Région ombilicale : Hernies

Région abdominale : Gastroschisis

Membres : Polydactylie

Région vertébrale : Spina bifida

Point information : *Gastrochisis* : fermeture incomplète de la paroi abdominale créant une fente qui laisse sortir une partie des intestins flottant dans le liquide amniotique.

Spina bifida : malformation congénitale due à un défaut de fermeture du tube neural, un défaut de formation des arcs vertébraux avec ouverture du canal médullaire.

Un des chiots d'Izzie présente une **non-union des deux héli-palais durs** sans atteinte des lèvres.

Question 6 : Il s'agit :

- D'un palatochisis

Oui ! Palatochisis est un synonyme de fente palatine.

- D'une fente palatine

Correct ! Ce terme désigne la présence d'une fente dans le voile du palais. Les fentes palatines et labiales sont courantes et touchent jusqu'à 2,8% des chiots.

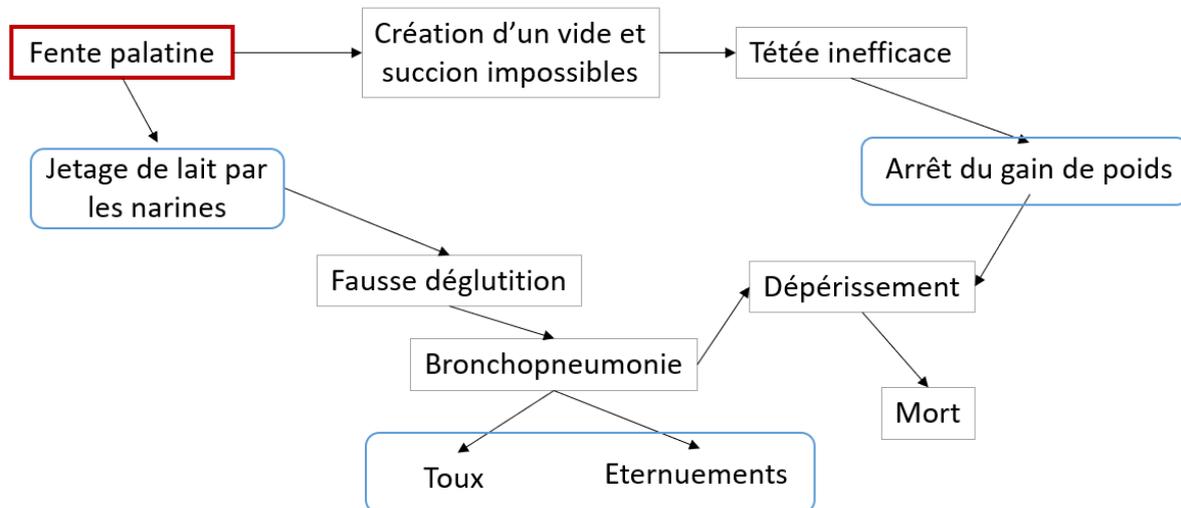
- D'une fente labiale

Non, ici les lèvres ne sont pas touchées !

Question 7 : L'origine des fentes palatines et labiales est : **multifactorielle / unifactorielle**

Question 8 : Ici, vous avez pu observer directement cette malformation, néanmoins d'autres signes cliniques et maladies en découlent. Complétez ce diagramme :

Placement juste :



Question 9 : Concernant l'origine multifactorielle de ces anomalies, complétez le texte à trou suivant :

Effectivement, différents facteurs de risque rentrent en jeu, des facteurs **génétiques**, et des facteurs **iatrogènes** notamment l'administration d'agents **térogènes** durant la gestation. Ainsi l'utilisation d'anti-fongiques (ex : **griséofulvine**), ou d'anti-inflammatoires (**corticoïdes**, **aspirine**) est déconseillée durant la gestation de la chienne.

Propositions fausses : **alkylants / oxydants**

Question 10 : Complétez le texte à trou suivant :

Une carence en **folates** chez la mère est aussi mise en cause. Une complémentation en **acide folique** permet d'observer une **diminution** de la prévalence des fentes palatines et labiales chez les **chihuahua, carlin et bouledogues français**.

Propositions fausses : **augmentation / Bergers allemands et Pinscher / Labrador et Tervuren / protéines / zinc**

Izzie n'a pas reçu de traitement particulier et mange des croquettes pour chienne gestante.

Question 11 : Chez Izzie, quel type de facteur est sûrement mis en cause ? [Question ouverte]. **Génétique**.

Question 12 : Qu'est ce qui concorde avec cette hypothèse ? [Question ouverte]

Race brachycéphale / Bouledogue français.

Question 13 : Le pronostic de ce chiot est :

- Sombre, la chirurgie existe mais est lourde et difficile.

Oui, globalement le pronostic est très sombre. Seuls certains chiots présentant des fentes discrètes peuvent être soumis à un traitement chirurgical. Des reprises et une alimentation par sonde sont souvent nécessaires.

- Sombre, l'euthanasie représente une issue adéquate.

Les soins apportés aux chiots présentant cette malformation sont lourds et les risques de bronchopneumonies par fausse déglutition sont élevés. Selon l'expérience du propriétaire, il peut être plus judicieux et respectable de conseiller l'euthanasie.

- Bon, une prise en charge chirurgicale est envisageable.

La prise en charge chirurgicale est envisageable seulement dans de rares cas ; fentes très discrètes, propriétaire expérimenté, disponible et motivé. Toute chirurgie sur un jeune chiot est complexe du fait de la petitesse du chiot et de la fragilité des tissus. La difficulté de la chirurgie et les conséquences cliniques d'une telle anomalie assombrissent dans tous les cas le pronostic.

- Bon, les deux héli-palais se soudent spontanément lors de la croissance.

Non ! Cette malformation ne se résout pas spontanément. Les signes cliniques et conséquences assombrissent le pronostic qui n'est en aucun cas bon.

Mme Bleuet souhaite quand même disposer d'informations sur la chirurgie.

Question 14 : Elle vous demande quand est ce que celle-ci est réalisable, et quels sont les dangers ?

- L'éruption dentaire peut potentiellement gêner la réparation, attendre l'apparition des incisives et canines et conseillé.
- Il convient d'attendre au moins 3 mois d'âge que l'animal puisse subir une anesthésie.

Etant donné que l'irruption dentaire pourrait interférer avec la réparation chirurgicale effectuée, certains auteurs préconisent effectivement d'attendre l'apparition des canines et incisives.

- La manipulation des tissus du palais chez les chiots très jeunes affecte la croissance maxillofaciale. Ces effets varient selon les formes et proportions des crânes, selon la race.
- La réparation chirurgicale engendre parfois la formation d'épulis précoces.
- Le plus tôt possible, soit dans la première semaine de vie pour reprendre au plus vite une alimentation classique.

Il n'est pas conseillé d'opérer si jeunes les chiots. Cela implique une prise de risque accrue concernant l'anesthésie et la complexité de la chirurgie.

Mme Bleuet vous demande ensuite d'attester que les 2 chiots restants sont indemnes de malformations congénitales.

Question 15 : Que répondez-vous ?

- Oui, c'est tout à fait le cas. Et vous lui rédigez un certificat le stipulant pour les 2 chiots restants.
- Vous lui expliquez que vous ne pouvez pas attester de l'absence de malformation puisque certaines ne sont pas visibles à l'examen clinique.

Toutes les anomalies congénitales **ne sont pas détectables par un simple examen clinique**. Des **examens complémentaires** (autopsie, imagerie...) sont nécessaires pour confirmer le diagnostic de certaines.

Question 16 : Classez les anomalies congénitales suivantes selon leur mode de détection :

Classement juste :

Examen clinique	Examens complémentaires (imagerie, autopsie...)	Non décelable durant la période néonatale
Anasarque	Shunts porto-systémiques	
Polydactylie	Persistance du canal artériel	Anomalies métaboliques
Fentes palatines et labiales	Persistance du 4 ^e arc aortique	Surdité congénitale
Imperforation de l'anūs	Dysplasie mitrale	Maladies endocrinologiques congénitales
Gastrochisis	Dysplasie rénale	
Hernie ombilicale		

Question 17 : Toutes les malformations n'engendrent pas une mortalité néonatale. Associez à chaque malformation, le pronostic, les conséquences ou signes cliniques et le type de prise en charge nécessaire associés :

Placement juste :

Point information : L'anencéphalie désigne l'absence d'hémisphère cérébraux.

Malformation	Pronostic	Conséquences cliniques	Prise en charge
Polydactylie	Bon	Aucune	Chirurgie si gêne, aucune sinon
Fente palatine	Sombre	Bronchopneumonie	Chirurgie si lésion discrète ou Euthanasie
Anasarque	Sombre	Œdème généralisé	Euthanasie
Anencéphalie	Sombre	Crises convulsives	Euthanasie

Deux semaines plus tard, Mme Bleuet vous contacte concernant une portée de chiots **Chihuahua**. Jazz sa chienne a mis bas 3 chiots il y a 2 jours. Le part s'est bien déroulé. Néanmoins, Mme Bleuet s'inquiète pour l'un des chiots qui présente un **front plus bombé** que les deux autres.

Vous fixez un rendez-vous à Mme Bleuet. Le chiot en question présente un **crâne très élargi et déformé en forme de dôme**.

Question 18 : A quelle malformation congénitale pensez-vous ? [Question ouverte]
Hydrocéphalie.

Question 19 : Quelles sont les autres particularités anatomiques observables chez les chiots présentant cette malformation ?

Deux particularités sont attendues : [Question ouverte]

- Fontanelles ouvertes
- Déviations ventrolatérales des orbites

Point information : Indice : La première proposition concerne les fontanelles, ces membranes séparant les os du crâne. La deuxième proposition concerne les orbites et leur orientation.

Question 20 : Choisissez la réponse juste :

- L'hydrocéphalie correspond à une dilatation du système ventriculaire causée par une accumulation du liquide céphalo-rachidien.
- L'hydrocéphalie correspond au remplacement des hémisphères cérébraux par des poches remplies de liquide céphalo-rachidien.

Non, il s'agit d'hydranencéphalie.

- L'hydrocéphalie correspond à une absence d'hémisphères cérébraux.

Non, il s'agit d'anencéphalie.

Question 21 : Quel outil diagnostique peut être facilement utilisé chez les chiots présentant cette affection durant la période néonatale ?

- La radiographie
- L'IRM (Imagerie par résonance magnétique)
- L'échographie

A condition que les fontanelles soient ouvertes, l'échographie peut être utilisée sur chiot vigile, ce qui est donc pratique chez le nouveau-né que l'on ne préfère pas anesthésier.

Question 22 : L'hydrocéphalie est toujours d'origine congénitale. Vrai / Faux.

Question 23 : L'hydrocéphalie est principalement observée chez les :

- Cavaliers King Charles
- Jagd Terriers
- Chihuahua
- Loulou de Poméramie
- Jack Russels
- Pékinois
- Spitz Loup

Question 24 : De manière générale, le pronostic de cette affection est :

- Bon, le liquide excédentaire se résorbera seul.
- Variable selon les signes cliniques observés.
- Sombre.

Certains chiens vont être asymptomatiques, d'autres vont présenter des signes neurologiques plus ou moins sévères (des déficits proprioceptifs aux crises convulsives). Des morts subites sont aussi observées.

Question 24 : Le chiot âgé de 3 jours courbe le dos automatiquement lorsqu'il est tenu par la tête. Ce phénomène correspond-t-il à un signe clinique neurologique pathologique ?

Oui / Non

Non, il s'agit d'un phénomène physiologique appelé « dominance des fléchisseurs » présent jusqu'à 4 jours environ.

Question 25 : Concernant le traitement de l'hydrocéphalie :

- Un traitement chirurgical par shunt ventriculo-péritonéal existe mais présente de nombreuses complications.

Oui, les risques d'obstruction et d'infection bactérienne sont élevés !

- Les corticoïdes utilisés quotidiennement, à vie permet de prendre en charge l'affection.

Les corticoïdes sont utilisés, mais la dose prescrite est réduite progressivement, puis arrêtée si l'état clinique le permet.

- Un traitement chirurgical par shunt ventriculo-péritonéal peut être réalisé dès la période néonatale.

La chirurgie est réalisée bien après, lorsque l'animal peut supporter l'anesthésie. De plus, il est plus commode lorsque cela est possible que l'animal ait atteint sa taille adulte. Si le shunt est posé jeune, il peut parfois être nécessaire d'en mettre un plus grand à l'issue de la croissance.

- Seul un traitement médical à base de corticoïde existe.

Une chirurgie peut aussi être effectuée dans les cas où le traitement médicamenteux ne suffit pas.

Conclusion :

Félicitation tu as finis ce cas !

Les **malformations congénitales touchent 1 à 6,7% des chiots**. Bien que toutes les malformations ne soient pas dangereuses pour la santé, nombreuses sont celles qui assombrissent le pronostic vital des chiots. La **mortalité néonatale** parmi les chiots atteints grimpe autour de **52 à 68%** !

En tant que vétérinaire, il est important de **connaitre les principaux points à vérifier dès la naissance** ; fentes palatines et labiales, ouverture des fontanelles, hernie ombilicale, conformation génitale et anale, tout en gardant en tête que toutes les anomalies ne sont pas visualisables à la naissance.

Informers les éleveurs sur ces points, et sur les malformations courantes est aussi intéressant pour aider à leur détection précoce.

Annexe 3 : Questionnaire du cas n°3 : réanimation néonatale et détection des chiots à risque

Vous travaillez avec Dr Jean dans une clinique vétérinaire réalisant plusieurs césariennes par an. Demain, la césarienne d'une chienne **Bouledogue Anglais de 3 ans** est programmée. Dr Jean décide de vérifier que tout le **matériel** est prêt.

Question 1 : Plusieurs plans de travail sont disponibles dans la nouvelle clinique de Dr Jean, quel est l'endroit le plus judicieux pour réaliser la réanimation des chiots ? Vous identifiez 3 postes de travail potentiels :

- La table métallique de chirurgie adjacente, qui ne sera pas utilisée durant la chirurgie, et qui dispose aussi d'un éclairage.

Ce type de table permet de travailler à plusieurs, et peut être utilisable. Néanmoins, dans ce cas précis, on dispose d'une meilleure solution.

- La baignoire remplie d'un fond d'eau chaude et recouverte d'une grille situé au fond de la pièce, autour de laquelle on peut circuler.

La baignoire est intéressante car elle permet à plusieurs personnes de réaliser la réanimation ensemble. Cela facilite notamment le prêt de matériel, et la distribution de conseils durant ces temps particulièrement stressants. De plus, la possibilité de mettre un fond d'eau chaude est intéressant pour lutter contre l'hypothermie des chiots.

- Le plan de travail carrelé présent dans la salle de chirurgie. Il y a de l'espace et une lumière néon juste au-dessus qui me permettra de bien voir.

Un plan de travail est utilisable mais n'est pas la meilleure solution dans ce cas. Il ne permet pas à plusieurs personnes de travailler ensemble sur la même portée sur la même table.

A – Matériel

Dr Jean cherche ensuite à vérifier que le matériel est prêt.

Question 2 : Quels sont les items dont vous n'avez PAS besoin ?

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| - Stéthoscope pédiatrique | - Serviettes sèches |
| - Masque à oxygène | - Aiguille 25 G |
| - Cathéter veineux de 12 à 16 G | - Désinfectant |
| - Epinéphrine | - Mouche-bébé ou cathéter DeLee |
| - Clamps | - Atropine |
| - Ciseaux | - Fil de suture tressé 0 |
| - Doxapram | - Couveuse |
| - Source d'oxygène | - Dextrose |
| - Naloxone | - Aluminium en spray |
| - Sonde d'intubation de 2mm | - Fil de suture monofilament 3-0 |
| - Thermomètre rectal | - Pèse personne |
| | - Bouillottes |
| | - Colliers colorés d'identification |

Réponse juste :

- **Atropine** : L'atropine est inefficace chez les chiots de moins de 14 jours, dont le tonus vagal n'est pas développé. L'atropine peut au contraire provoquer une tachycardie.
- **Fil de suture tressé 0** : Ce type de fil est bien trop épais pour ligaturer les cordons ombilicaux.
- **Aluminium en spray** : Non, la désinfection des cordons ombilicaux se fait avec de la teinture d'iode qui présente l'avantage de sécher le cordon.
- **Pèse personne** : Oui, un pèse personne ne sera pas assez précis pour peser les chiots. Il nous faut une balance mesurant en grammes.

Question 3 : Classer les différents éléments dans la catégorie à laquelle ils appartiennent :

Classement juste :

Réchauffer	Système cardiovasculaire	Soins de l'ombilic
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tapis chauffant ▪ Serviettes sèches ▪ Thermomètre rectal ▪ Couveuse ▪ Bouillottes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stéthoscope pédiatrique ▪ Naloxone ▪ Epinéphrine 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fil de suture monofilament 3-0 ▪ Clamps ▪ Ciseaux
Autre	Système respiratoire	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balance de cuisine ▪ Dextrose ▪ Colliers colorés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Masque à oxygène ▪ Source d'oxygène ▪ Cathéter veineux de 12 à 16 G ▪ Doxapram ▪ Sonde d'intubation de 2mm 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aiguille 25G ▪ Mouche-bébé ou cathéter DeLee

Le lendemain, vous réalisez la césarienne sans encombre. La **réanimation** des chiots à lieu en parallèle.

B – Déroulement de la réanimation

B – (1) Fonction respiratoire

Question 4 : Quelles sont les 4 premières étapes de la réanimation ? Choisissez parmi les étiquettes présentées ci-dessous : [Chiffres à placer sur les bonnes étapes]

Dégagement des annexes fœtales	Aspiration des sécrétions nasales et buccales	Epinéphrine	Mise en couveuse
Clampage et section du cordon ombilical	Stimulation du point d'acupuncture GV26	Ventilation à pression positive	Intubation
Oxygénothérapie au masque	Auscultation cardiaque	Ligature et désinfection du cordon ombilical	Doxapram
Naloxone	Massage cardiaque	Friction vigoureuse à rebrousse-poil	Balancement
			Bain d'eau chaude
			Traitements médicamenteux

Réponse juste :

- 1 – Dégagement des annexes fœtales
- 2 – Clampage et section du cordon ombilical
- 3 – Aspiration des sécrétions nasales et buccales
- 4 – Friction rigoureuse à rebrousse-poil

Trois de ces 4 premières étapes visent à **soutenir la fonction respiratoire**.

Question 5 : Quelles sont les zones dont la manipulation stimule la respiration ?

- Espaces interdigités
- Ligne du dos
- Région uro-génitale
- Région caudale aux pavillons auriculaires
- Région ombilicale

Question 6 : La friction rigoureuse du nouveau-né permet de stimuler sa respiration. **Cette étape permet de lutter contre une autre anomalie, laquelle ? [Question ouverte]**

Hypothermie

Question 7 : Quelle autre étape parmi ces 4 étapes initiales permet aussi de lutter contre l'hypothermie ? [Question ouverte]

Il s'agit de l'étape n°1

Le retrait des annexes fœtales puis la friction avec des serviette permettent de sécher le nouveau-né ce qui est primordial pour éviter les pertes de chaleur par évaporation.

Question 8 : Concernant l'étape 3, avec quel outil se réalise-t-elle ? [Question ouverte]

Cathéter DeLee / Mouche-bébé

Question 9 : Si un chiot présente des traces de méconium au pourtour de la bouche et du nez, que faites-vous ?

- J'essaie d'aspirer toutes les sécrétions visibles avec le mouche-bébé.

Oui, dans tous les cas, il convient de bien aspirer les sécrétions visibles avec le mouche-bébé. Néanmoins, lorsque du méconium est visible, une inspiration de méconium est possible.

- Si je soupçonne une inspiration de méconium, je peux utiliser un cathéter urétral félin pour aspirer plus profondément le méconium. J'aspire avec grande précaution.

Oui, cette technique existe. Elle présente un risque de lésions des voies respiratoire et reste controversée.

- Je balance doucement le chiot de haut en bas pour provoquer l'expectoration des sécrétions restantes.

Le balancement est à proscrire, il n'est pas réellement efficace pour expectorer les dernières sécrétions et comporte des risques élevés de lésions cérébrales, de chutes et de fausses déglutitions.

A l'issue de vos tentatives de friction, le chiot ne respire toujours pas.

Question 10 : Quelles méthodes non médicamenteuse mettez-vous en place et dans quel ordre ? Choisissez parmi les étiquettes présentées ci-dessous :

Dégagement des annexes fœtales	Aspiration des sécrétions nasales et buccales	Epinéphrine	Mise en couveuse
Clampage et section du cordon ombilical	Stimulation du point d'acupuncture GV26	Ventilation à pression positive	Intubation
Oxygénothérapie au masque	Auscultation cardiaque	Ligature et désinfection du cordon ombilical	Doxapram
Naloxone	Massage cardiaque	Friction vigoureuse à rebrousse-poil	Balancement
			Bain d'eau chaude
			Traitements médicamenteux

Réponse juste :

- 1 – Stimulation du point d'acupuncture GV26
- 2 – Oxygénothérapie au masque
- 3 – Ventilation à pression positive
- 4 – Intubation

L'intubation est à utiliser en dernier recours. La petite taille des nouveau-nés rend sa mise en place difficile et potentiellement traumatique.

Question bonus : Quelle est la fréquence respiratoire normale d'un chiot durant la première semaine de vie ? [Question ouverte] 10 à 20 mpm

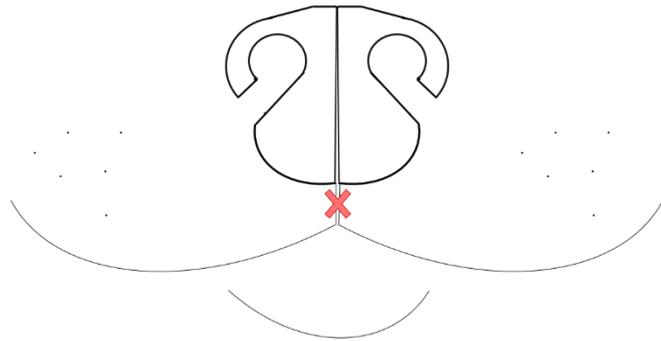
A partir de quel âge la fréquence respiratoire d'un chiot atteint-elle les valeurs physiologiques de l'adulte, soit 16 à 32 mpm ? 3 semaines

Dans un premier temps, on peut donc essayer de stimuler la respiration à l'aide du point d'acupuncture GV26.

Question 11 : Situez sur ce schéma de museau ce point :

Placement juste :

Pour stimuler ce point, on utilisera une aiguille de 25 à 27 gauges placée au niveau du philtrum nasal, en effectuant un mouvement de rotation une fois le cartilage atteint.



Question 12 : Concernant l'oxygénothérapie, complétez le texte à trou ci-dessous :

Lors de la mise en place d'une oxygénothérapie chez le chiot, on choisira le plus **petit** masque possible. L'utilisation du flow-by est **moins efficace**. La fraction inspirée en dioxygène choisie est de **40 à 60%**.

La ventilation à pression positive est mise en place lors d'un défaut d'expansion pulmonaire. On choisira une pression de 20 à 30 cm d'eau et une fréquence respiratoire de **20 à 30 mpm**.

Propositions fausses : **déconseillé / grand / recommandable / 10 à 20 / 30 à 40 / 60 à 80% / 80 à 100%**

Question 13 : Avec quel matériel réaliser vous l'intubation d'un nouveau-né ?

- Sonde d'intubation de 2mm de diamètre
- Cathéters intraveineux de 12 à 16 G
- Cathéters en caoutchouc rouge de 5 à 6 F

Oui, tous ces outils sont utilisables, le choix dépendra aussi de la taille des chiots.

Question 14 : Si le nouveau-né ne respire toujours pas correctement au bout de 1 à 2 minutes, vous mettez en place un traitement médicamenteux à base de : [Question ouverte]

Doxapram

Oui, il s'agit d'un stimulant respiratoire.

Question 15 : Si l'un des chiots n'a jamais pris de respiration, vous lui administrez en dernier recours ce médicament. Vrai / Faux

Effectivement c'est faux ! Le doxapram est inefficace si le cerveau est hypoxique. Il ne doit pas être utilisé chez les chiots apnéiques ou n'ayant pas été vivants pendant au moins 15 min auparavant.

B – (2) Fonction cardiaque

Question 16 : Quelle posologie et quelle voie d'administration pouvez-vous choisir ?

- 0,05 mL par chiot
- 0,01 mL par chiot
- 0,1 mL par chiot
- Voie sublinguale
- Voie intramusculaire
- Voie intraveineuse

Vous avez, en parallèle de ces mesures, ausculté et palpé la fréquence cardiaque du chiot. Il présente une **bradycardie**.

Question 16 : Que faites-vous ? Classez les mesures dans l'ordre de priorité.

Réponse juste :

- 1 – Oxygénothérapie
- 2 – Massage cardiaque
- 3 – Traitements médicamenteux

Oxygénothérapie

Traitements
médicamenteux

Massage cardiaque

Question 17 : Quelle est la cause principale de la bradycardie chez le chiot nouveau-né ?

[Question ouverte] Hypoxie / Hypoxémie myocardique

Question bonus : [Questions ouvertes]

Quelle est la fréquence cardiaque normale d'un chiot durant la première semaine de vie ?

200 à 250 bpm

En dessous de quelle fréquence cardiaque considère-t-on que le chiot nouveau-né est en bradycardie ? < 180 bpm

Chez le nouveau-né l'hypoxie à la naissance provoque une **hypoxémie myocardique** causant la **bradycardie** et éventuellement un arrêt cardiaque. L'origine particulière de cette bradycardie entraîne une prise en charge différente de l'adulte.

Question 18 : Complétez : [Question ouverte]

L'oxygénothérapie permet donc généralement de lever cette bradycardie. Si cela n'est pas suffisant, on réalise un massage cardiaque en comprimant latéralement le thorax à une fréquence d'un à deux battements par secondes.

Dans certaines situations, et si l'oxygénothérapie et le massage cardiaque ne suffisent pas, vous pouvez être amenés à administrer des traitements médicamenteux aux chiots.

Question 19 : Concernant la mise en place de traitements médicamenteux, quelles sont les deux molécules restantes dans votre liste de matériel ? [Question ouverte]

L'épinéphrine et la naloxone.

Question 20 : La naloxone :

- Est utilisable chez les chiots dont la mère a reçu des opioïdes,
- Est utilisable chez les chiots dont la mère a reçu des alpha 2 agonistes,

Non, les alpha 2 agonistes (médétomidine, dexmédétomidine ou encore xylazine) sont antagonisés par l'atipamézole.

- Est utilisable chez tout chiot présentant une dépression cardio-respiratoire,

Non, l'utilisation de la naloxone chez un chiot présentant une dépression cardiorespiratoire et dont la mère n'a pas reçu d'opioïdes n'est pas conseillée.

- Est un antagoniste des récepteurs adrénergiques,
- Est un antagoniste des récepteurs aux opioïdes,
- Est utilisable à une posologie de 0,3mg/kg IV, SC ou IM
- Est utilisable à une posologie de 0,2mg/kg IM,
- Est utilisable à une posologie de 0,1mg/kg IV, SC ou IM

Question 21 : L'épinéphrine

- Est utilisable en cas d'arrêt cardiaque
- Est utilisable en cas de bradycardie ou d'arrêt cardiaque
- Est utilisable en cas de bradycardie
- Est un nom donné à l'adrénaline
- La posologie varie de 10 à 200µg/kg par voie IV ou IO
- La posologie varie de 10 à 25 mg/kg par voie IM

L'utilisation de **naloxone** est recommandée lors de **bradycardie induite suite à l'administration d'opioïdes** chez la mère. La molécule, en passant par voie sanguine peut atteindre les chiots avant leur naissance. Ainsi, le choix d'un **protocole anesthésique adapté lors de césarienne est indispensable.**

Question 22 : Complétez :

On peut notamment se passer de **prémédication**, et commencer par induire directement la chienne à l'aide de **propofol**. La **douleur** doit quand même être prise en charge, l'administration d'opioïdes se fera alors une fois **l'utérus fermé**.

Propositions fausses : **kétamine** / **la chienne réveillée**

On préférera le propofol qui agit à effet et qui s'élimine vite, ce qui permet de choisir la plus petite dose possible.

B – (3) Soins du cordon

A l'issus de l'oxygénothérapie et d'un massage cardiaque rigoureux, votre chiot reprend une respiration et une fréquence cardiaque normales.

Question 23 : Vous vous attelez à la ligature du cordon ombilical. Il doit être normalement coupé à une distance de l'abdomen de : [Question ouverte] 0,5 à 1 cm

Question 24 : Parmi ces désinfectants suivants, lequel préférez-vous utiliser pour désinfecter le cordon du nouveau-né ?

- Chlorexidine
- Bétadine

Ces désinfectants sont utilisables mais un autre désinfectant présente un intérêt particulier.

- Teinture d'iode à 2%

Effectivement, elle permet une dessiccation plus rapide du cordon, qui apparait sec et propre après 24h.

Question 25 : Complétez :

La désinfection du cordon ombilical est primordiale afin d'éviter les infection **bactériennes ascendantes** provoquant des **omphalites** puis des **péritonites**.

Propositions fausses : **abcès** / **dermatologiques** / **purulentes** / **sèches** / **virales**

B – (4) Réchauffement du chiot

En parallèle de la réanimation, vous veillez à **réchauffer** les nouveau-nés. Comme vu précédemment le choix de l'espace de travail, le retrait des annexes fœtales et la friction du chiot avec des serviettes sèches permettent de lutter contre l'hypothermie.

Question 26 : Quelles autres méthodes utilisables pendant la réanimation permettent de réchauffer le chiot ?

- Lampe chauffante
- Tapis chauffant
- Bain d'eau chaude

*Plonger le chiot dans un bol d'eau chaude durant le massage cardiaque par exemple est possible. Néanmoins, **on veillera à le sécher convenablement après.***

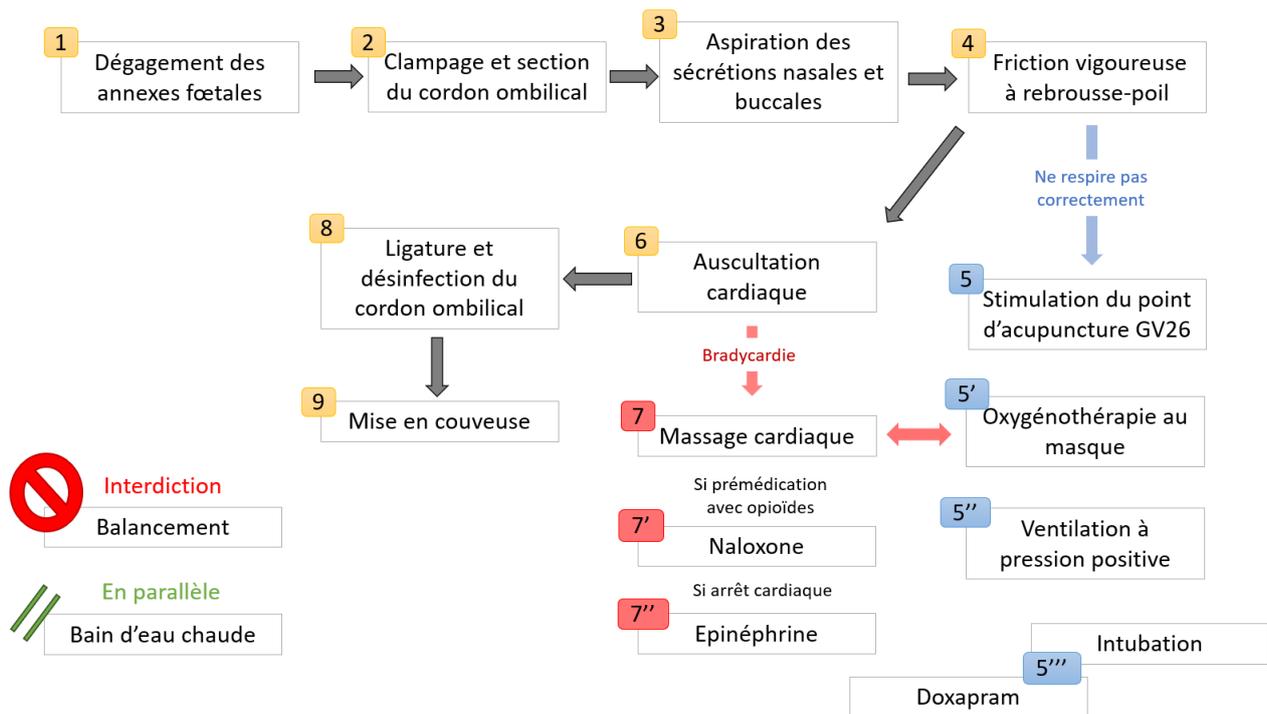
Question 27 : Une fois la réanimation terminée, les chiots doivent être placés dans une : [Question ouverte] Couveuse.

B – (5) Synthèse

Reprenons maintenant les différentes étapes pour former un schéma bilan de la réanimation.

Question 28 : Placez correctement les propositions :

Placement juste :



C – Détection des chiots à risque

Aujourd'hui, les mesures de réanimation se passent bien et vous ne déplorez aucun décès !

Néanmoins, vous souhaitez **évaluer les chiots** afin de **détecter précocement les chiots les plus faibles** et les plus à risque de mortalité néonatale.

Différents outils sont à votre disposition, choisissez l'ordre dans lequel vous voulez les étudier !

Choix :

1. Scores de vitalité
2. Poids
3. Analyses biochimiques

C – (1) Scores de vitalité

Différents scores existent pour évaluer la vitalité d'un chiot et donc détecter les chiots les plus sensibles auxquels il faut porter une attention particulière.

Un score est particulièrement connu, et est le plus utilisé, aussi bien en médecine humaine que vétérinaire. Il peut être utilisé dès la naissance.

Question 29 : [Questions ouvertes]

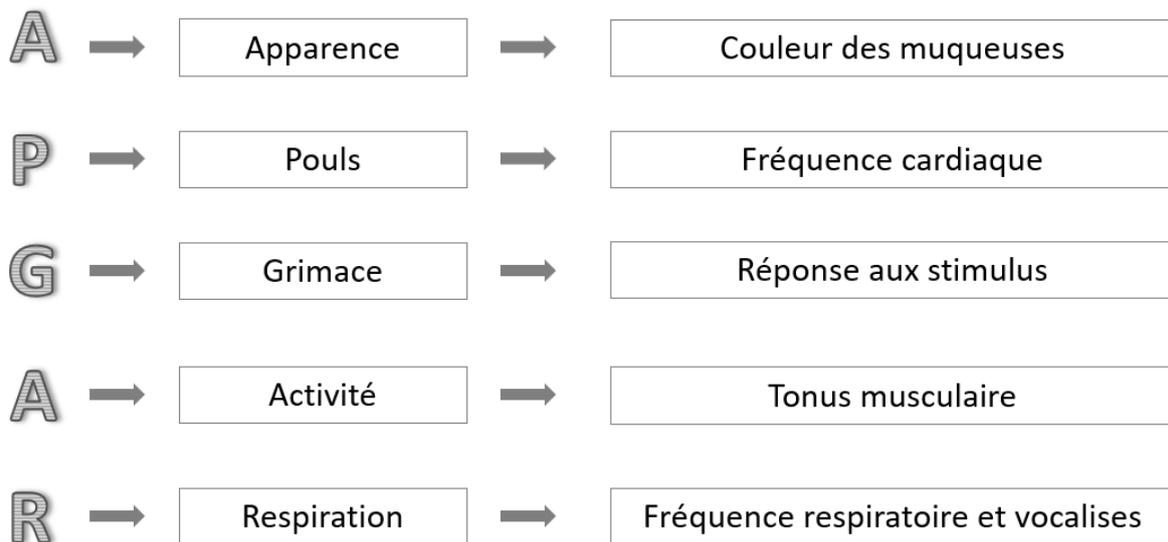
- Quel est le nom de ce score ? **Apgar**
- Sur combien de paramètres repose-t-il ? **5**

Le score **Apgar** a été inventé en médecine humaine par Virginia Apgar et **adapté en médecine vétérinaire** par Maria Cristina Veronesi.

Il contient 5 critères dont il est facile de se souvenir avec le moyen mnémotechnique suivant :

Question 30 : Associez à chaque lettre de **APGAR** les termes qui correspondent.

Placement juste :



Chaque paramètre se note de 0 à 2, puis le score Apgar est donné par l'addition des scores de chaque paramètre.

Paramètre	Score		
	0	1	2
Fréquence cardiaque (bpm)	< 180	180-200	> 200
Fréquence respiratoire (mpm) et vocalises	< 6 Absentes	6-15 Pleurs faibles	>15 Pleurs
Tonus musculaire	Flasque	Flexions	Actif
Couleur des muqueuses	Cyanosées	Pâles	Roses
Réponses au stimuli	Absente	Grimaces	Vigoureuses

Question 31 : Complétez le tableau suivant répertoriant les paramètres du score Apgar :

Propositions fausses : < 150 / > 170 / 150 – 170 / Extensions / Ictériques / > 220 / < 10 / 10-25

Maintenant, vous pouvez appliquer ce score !

Question 32 : Notez le score Apgar des chiots suivants : [Question ouverte]

Chiot A : FC = 196, FR = 12, Pleurs, Tonus musculaire fort, muqueuses roses, Retrait net du postérieur après pincement de l'extrémité → 8. Soit un degré de détresse nul.

Chiot B : FC = 166, FR = 6, aucun pleurs, tonus musculaire bon, muqueuses roses, grimace et retrait très faible du postérieur après pincement de l'extrémité. → 5. Soit un degré de détresse modéré

Chiot C : FC = 220, FR = 18, Pleurs faibles, muqueuses roses, Tonus musculaire faibles (quelques flexions), Grimace après pincement de l'extrémité du postérieur. → 8. Soit un degré de détresse nul

Le **score Apgar** est représentatif de l'état de détresse du chiot. Plus celui-ci augmente, plus la détresse est sévère et plus les risques de mortalité néonatale sont élevés.

Ainsi, la **mortalité néonatale est significativement plus élevée chez les chiots dont le score Apgar est inférieur à 7** durant les 8 premières heures de vie.

Question 33 : Quels autres indicateurs pouvez-vous scorer pour évaluer la vitalité d'un chiot ? [Question ouverte]

Réflexes

Question 34 : Quels sont les 3 principaux réflexes testés chez les nouveau-nés ? [Question ouverte]

Réflexe de fouissement / de redressement / et de succion.

Point information :

Réflexe de succion : Le chiot tâte le petit doigt spontanément.

Réflexe de fouissement : Le chiot pousse et fouine dans un cercle formé entre le pouce et l'index.

Réflexe de redressement : Le chiot se redresse lorsqu'il est placé sur le dos.

Réflexe	Score		
	0	1	2
Succion	Absent	Faible > 3 succions/min	Fort 5 succions/min
Fouissement	Absent	Mise en place lente du museau dans le cercle	Mise en place immédiate du museau dans le cercle
Redressement	Absent	Lent	Rapide

Evaluation des réflexes de vitalité chez le chiot.
Vassalo et al. 2015

C – (2) Poids

Le poids d'un nouveau-né conditionne en partie ses chances de survie.

Question 35 : Complète : Un faible poids à la naissance engendre un risque de mortalité néonatale 20 fois plus élevé par rapport à un chiot de poids normal.

Propositions fausses : 2 / 5 / 10 / 30

Question 36 : La définition de « faible poids de naissance » ne fait pas consensus, elle peut correspondre à :

- 5% des chiots les plus légers au regard de l'espèce
- 10% des chiots les plus légers au regard de la race
- 10% des chiots les plus légers au regard de l'espèce
- 25% des chiots les plus légers au regard de la race
- 25% des chiots les plus légers au regard de la portée

Question 37 : Le poids à la naissance est influencé par :

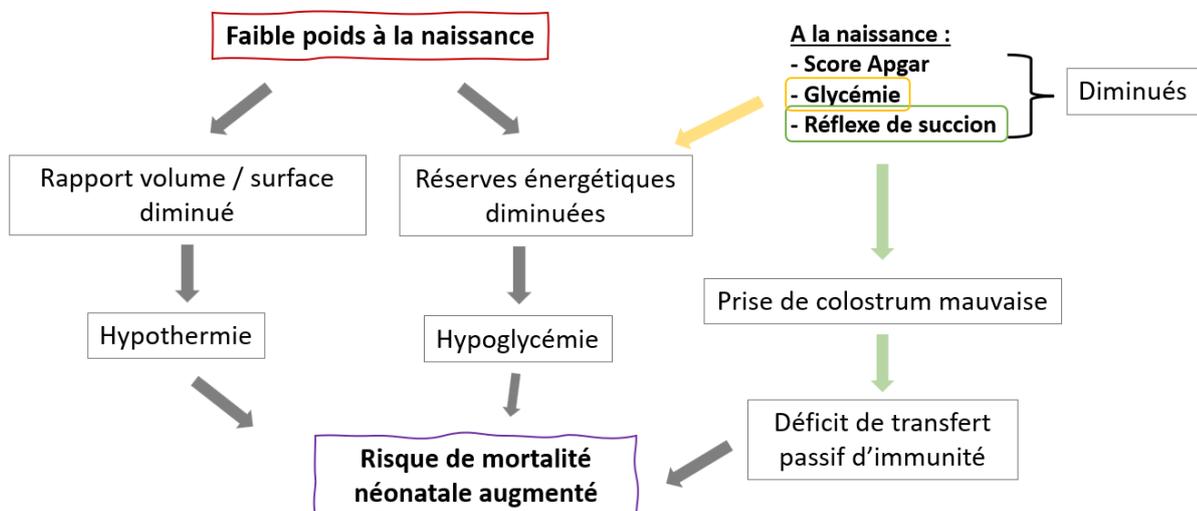
- Le sexe

Les mâles sont généralement plus lourds, néanmoins l'influence de ce paramètre reste ambiguë.

- La taille de la portée
- La race elle-même pour une même catégorie de poids
- La catégorie de taille de la race
- L'alimentation de la mère pendant la gestation

Question 38 : Concernant les conséquences cliniques d'un faible poids à la naissance, complétez le diagramme suivant :

Placement juste :



NB : Les propositions en gras sont déjà placées.

C – (3) – Analyses biochimiques

Question 39 : Deux paramètres biologiques ont un intérêt prédictif de la mortalité néonatale, lesquels ?

- Phosphatases alcalines
- Densité urinaire
- Urée
- Lactates
- Glycémie
- Corps cétoniques

Néanmoins, l'utilisation de ces paramètres comporte de nombreuses limites.

Question 40 : Concernant les lactates :

La concentration en lactates au niveau de la veine ombilicale juste après le part est prédictive de la mortalité néonatale pendant 48h seulement. Le chiot est en détresse s'il dépasse une valeur seuil de 5 mmol/L.

Propositions fausses : 2,5 / 3,6 / 5j / 10j

Question 41 : Complétez :

Les lactates sont en réalité un indicateur d' hypoxie.

Néanmoins, l'utilisation de ce paramètre est à nuancer. Mesurer la lactatémie au niveau de la veine ombilicale juste après le part n'est pas toujours pratique, et la **lactatémie mesurée chez le chiot plus tardivement (jusqu'à 8h post-partum) n'est plus prédictive !**

Question 42 : Concernant la glycémie :

- Elle est un marqueur d'hypothermie.
- Elle est un marqueur de la prise de colostrum.
- Elle est un marqueur d'hypoxie.
- Une glycémie inférieure à 0,86g/dL à J1 est associée à un risque accru de mortalité durant la période néonatale précoce (soit les 7 premiers jours de vie).
- Une glycémie inférieure à 0,78g/dL à J3 est associée à un risque accru de mortalité durant toute la période néonatale.
- Une glycémie inférieure à 0,92g/dL à J1 est associée à un risque accru de mortalité durant toute la période néonatale.

Les ressources en glucose du chiot sont très faibles à la naissance et sont vite consommées. La prise de colostrum constitue un véritable apport énergétique. La glycémie à J1 reflète alors l'efficacité et la qualité de cette prise.

Question bonus : A partir de quelle valeur de glycémie peut-on dire qu'un chiot est en hypoglycémie ? [Question ouverte] 40 mg/dL.

Conclusion :

La **réanimation néonatale** vise à prendre en charge tout nouveau-né présentant des **difficultés respiratoires et/ou cardiovasculaires à la naissance**. Son but est de **stabiliser le chiot** et d'accompagner la transition vers la vie extra-utérine. Elle nécessite un matériel spécifique et une équipe formée.

Elle contient plusieurs étapes à retenir :

1. Dégagement des **voies respiratoires et stimulation de la respiration**
2. Stimulation de la **fonction cardiovasculaire** ; lutte contre les bradycardies et arrêts
3. Section et **soins de l'ombilic**
4. Lutte contre l'**hypothermie**

Dès la naissance il est important de **détecter les chiots les plus fragiles** afin de diriger vers eux une attention particulière. Plusieurs paramètres permettent de nous orienter : **scores de vitalité, poids** ou plus rarement la mesure de paramètres sanguins (glycémie et lactates). Cette attention première doit ensuite être suivie par une **observation régulière de la portée** et la réalisation d'exams cliniques sur tout chiot qui semble malade

Annexe 4 : Questionnaire du cas n°4 : diarrhée et septicémie néonatale

Mr Delatour possède une portée de chiots croisés Labrador âgés de 6 jours. Il s'agit de la première portée de Suzie, chienne Labrador de 2 ans et 8 mois.

A la suite d'une fugue pendant ses chaleurs, Suzie s'est retrouvée gestante. Le père des chiots est inconnu. Mr Delatour n'avait pas prévu de faire reproduire Suzie, c'est la première portée qu'il suit.

Mr Delatour dit avoir vu des selles diarrhéiques au coin de l'enclos il y a deux jours. Il n'en a pas revu depuis.

Question 1 : Qu'en pensez-vous ?

- Vous expliquez à Mr Delatour qu'un examen clinique des chiots est recommandé.

Effectivement, la mère toilettant ses chiots, les selles sont très rarement observables.

- Vous pouvez rassurer Mr Delatour, la diarrhée a cessé.

De plus, les selles normales d'un nouveau-né sont différentes de celles d'un adulte. Il est parfois difficile de savoir si les selles perçues par le propriétaire sont réellement diarrhéiques ou non.

Question 2 : Quel est l'aspect des selles normales chez le chiot en période néonatale ?

- Selles molles, formées, de couleur brun clair
- Selles molles, formées, de couleur noir
- Selles bien formées brunes
- Selles molles à liquide, brunes
- Selles liquides jaunâtres

Et non, ici, il s'agit plutôt de selles diarrhéiques.

- Selles molles, formées, de couleur orangée

Question 3 : Compte tenu de l'observation difficile des selles, vous recherchez d'autres signes cliniques souvent associés à la diarrhée, lesquels :

- Erythème diffus
- Absence de borborygmes à l'auscultation abdominale
- Nécrose des pavillons auriculaires
- Abattement
- Absence de prise de poids
- Distension abdominale
- Tachycardie
- Vocalises

La diarrhée chez un chiot provoque rapidement **déshydratation, déséquilibres fluidiques et hypoglycémie**. Vous cherchez donc des signes de déshydratation et d'hypoglycémie chez les chiots de Suzie.

Question 4 : L'appréciation de ces deux symptômes est parfois difficile et fait appel à d'autres signes cliniques. Classez-les dans le tableau ci-dessous. Attention, certains signes sont utilisables pour nos deux symptômes.

Classement juste :

Déshydratation	Hypoglycémie
Perte de poids	Perte du réflexe de succion
Densité urinaire >1,017	Hypothermie
Urines jaunes	Abattement
	Vocalises
	Faim
	Perte de conscience
	Convulsions

Propositions fausses : **Enophthalmie / Pli de peau persistant**

Ainsi, la **déshydratation** d'un chiot n'est pas évaluable comme chez l'adulte par le pli de peau (couverture grasseuse insuffisante) ou encore par l'humidité des muqueuses (qui peuvent le rester à des stades de déshydratation sévères).

La **perte de poids** (durant un court laps de temps) est plus indicative. Une perte de 5% constitue un signal d'alerte, de 10% une déshydratation sévère et de 20%, un signe de mort imminente.

Ici vous observez des signes de déshydratation discrète et d'hypoglycémie chez les 4 chiots présents.

Question 5 : L'hypoglycémie et la déshydratation sont des symptômes extrêmement courants chez les nouveau-nés. Complétez : [Question ouverte]

Citez un autre symptôme tout aussi courant : Hypothermie

Ces trois symptômes sont très souvent liés. Un seul de ces symptômes conduit souvent à l'apparition des deux autres, et réciproquement. Ils forment une triade.

Question 6 : Face à ces chiots hypoglycémiques et déshydratés, que faites-vous dans l'immédiat ?

- Si le chiot ne présente plus de réflexe de succion et présente une hypothermie, je peux administrer du dextrose 10 à 20% par voie intraveineuse en bolus puis grâce à une perfusion complétementée.
- Je vérifie qu'ils ne sont pas en hypothermie également, et met en place des mesures de réchauffement si c'est le cas.
- Si la glycémie est supérieure à 40mg/dL, je n'ai pas besoin de la corriger.

Cette valeur a été avancée comme seuil de l'hypoglycémie, néanmoins, si le chiot présente des signes cliniques d'inconfort ou des signes plus spécifiques d'hypoglycémie il ne faut pas attendre d'atteindre ce seuil pour corriger la glycémie.

- Je mesure la glycémie à l'aide d'un glucomètre.

Cela permet d'avoir une valeur objective de la glycémie. Cette mesure est réalisable sans prélèvement sanguin important, une goutte de sang, après ponction du coussinet à l'aiguille, suffit.

- Si le réflexe de succion est présent je peux utiliser la voie orale pour corriger la déshydratation.

Il faut aussi que le chiot soit normotherme. Dans ces conditions, la voie orale est souvent utilisée dans les cas de troubles digestifs.

- Si le chiot ne présente pas de réflexe de succion, j'administre par voie sous-cutanée 0,3mL de dextrose 20%.

L'administration sous-cutanée de glucose peut causer des abcédations.

- Si le réflexe de succion est absent, j'administre du Ringer Lactate par voie parentérale en bolus puis je mets en place une perfusion.

Oui ! La voie veineuse reste la voie parentérale de choix. Néanmoins elle reste très difficile d'accès chez des chiots de petite taille. La voie sous-cutanée est utilisable pour de petits volumes de solutés ne contenant pas de dextrose.

- Je mets en place des mesures de réchauffement puisqu'ils présentent 2 signes sur 3 de la triade, et sont donc nécessairement en hypothermie également.

Même s'il est probable qu'ils présentent une hypothermie s'ils sont très affaiblis, il convient de toujours vérifier leur température. Si je réchauffe un chiot normotherme, je peux favoriser l'apparition d'hyperthermie causant potentiellement déshydratation, et détresse respiratoire.

- Dans tous les cas, j'administre par voie orale une solution de dextrose, puisque la voie veineuse est difficile d'accès chez le chiot.

Si le réflexe de succion est absent, l'utilisation de la voie orale est déconseillée !

Ici, les chiots sont **discrètement hypothermes** et présentent encore un **réflexe de succion adéquat**. Après la mise en place de mesures de réchauffement, vous avez pu **commencer la correction de déshydratation et d'hypoglycémie par voie orale**.

Question 7 : Pourquoi ne pouvez-vous pas utiliser la voie orale lorsqu'un chiot est en hypothermie ?

- Du jetage et des régurgitations sont observés chez les chiots nourris alors qu'ils sont hypothermes.

Effectivement cela est dû à la fois à la perte du réflexe de succion et à l'arrêt du transit.

- L'hypothermie peut mener à une hypoglycémie et une déshydratation.
- En dessous de 34,4°C, un iléus paralytique peut se développer.
- **En dessous de 36,2°C, un iléus paralytique peut se développer.**
- L'hypothermie peut aussi mener à une perte du réflexe de succion.

Oui ! Et dans ce cas le risque de fausse déglutition devient plus élevé.

Question bonus : Quelle est la température normale d'un chiot ?

- **34,4 à 35°C la première semaine de vie**
- 36,1 à 37,8 les deuxièmes et troisièmes semaines de vie
- 34,4 à 36°C à la naissance
- **33 à 35,2 à la naissance**
- 35 à 37,2°C la première semaine de vie

Maintenant que les chiots sont temporairement stabilisés, vous repensez à la diarrhée que Mr Delatour a décrite et vous listez les causes possibles de diarrhée chez le chiot.

Question 8 : Les diarrhées chez le chiot sont toujours d'origine infectieuse. Vrai / Faux

Et oui ! Certaines causes non infectieuses existent.

Question 9 : Complétez le paragraphe suivant : [Propositions fournies]

Différentes causes non infectieuses de diarrhée existent. Elles appartiennent à différentes catégories :

- **Nutritionnelles** : suralimentation, **diète hyperosmolaire** ou **hyperhydratation** suite à une mauvaise correction de déshydratation, ou une préparation de **lait maternel** mal effectuée par exemple.
- **Toxique** : **produits ménagers**, certaines **toxines végétales**
- **Mécaniques** : **occlusions intestinales**, **intussusceptions** ou torsions
- **Métaboliques** : un **shunt porto-systémique** ou une **insuffisance pancréatique** par exemple. Les signes cliniques peuvent dans ces cas apparaître plus tardivement.

Dans le cas des chiots de Suzie, ils tètent correctement depuis leur naissance, et vous n'identifiez pas de toxiques particuliers.

Les causes métaboliques sont peu probables également. Vous vous tournez alors vers les causes infectieuses.

Néanmoins, il y a bien différents agents infectieux qui peuvent causer de la diarrhée. On retrouve aussi bien des bactéries, des virus ou des parasites.

Question 10 : Parmi les agents infectieux ci-dessous, lesquels sont rencontrés le plus couramment chez les chiots présentant une diarrhée en période néonatale ?

- Herpès virus canin

C'est un virus qui touche effectivement les chiots, mais la diarrhée n'est pas un signe clinique remarquable.

- Ixode ricinus
- Giardia spp.
- Parvovirus canin 2

Effectivement, la parvovirose peut toucher les chiots en période néonatale, bien que souvent, les chiots touchés sont plus âgés. Chez les chiots nés de chiennes infectées des myocardites peuvent survenir.

- Coronavirus
- Salmonella spp.
- Toxocara canis
- Bordetella spp.
- Escherichia coli

Mr Delatour ne comprends pas comment un virus aurait pu toucher ses chiots puisque sa chienne est vaccinée. Vous consultez le carnet de Suzie et constatez qu'elle est correctement vaccinée contre les valences CHPPI L4, et a eu son dernier rappel 1 mois avant le début de sa gestation.

Question 11 : Au vu des vaccins reçus par Suzie, vous pouvez dire que :

- Suzie est correctement vaccinée contre ces valences, donc ces virus ne peuvent pas être la cause des symptômes chez les chiots.

Et non, le respect d'un protocole vaccinal correct permet seulement de dire que Suzie est immunisée. Mais la transmission de cette immunité dépend d'une étape précise...

- Une origine virale est toujours possible soit par ces valences, soit par d'autres virus touchant les nouveau-nés.
- Suzie est correctement immunisée contre ces valences, et ses chiots le sont seulement si leur prise de colostrum est bonne.
- Suzie est correctement vaccinée contre ces valences, donc une origine virale est exclue chez les chiots.

Non, cela signifie seulement que Suzie est correctement protégée contre ces valences. De plus, il existe une maladie virale autre, contre laquelle Suzie n'est pas vaccinée.

Dans ce contexte, une **origine virale est donc toujours possible**, soit par échec de la prise de colostrum, soit par l'implication d'un virus autre.

Question 12 : Concernant le colostrum, complétez le paragraphe suivant : [Question ouverte]

Le colostrum est une sécrétion mammaire produite seulement pendant les deux premiers jours après le part. Il contient des immunoglobulines avec une plus grande proportion d'IgG que d'IgA. Les premières servent l'immunité systémique / générale tandis que les deuxièmes sont impliqués dans l'immunité locale notamment au niveau des muqueuses respiratoires et digestives .

Il contient aussi des facteurs anti-microbiens (ex : lysozyme), des cytokines ou encore des cellules de la lignée blanche (ex : macrophages, lymphocytes).

Question 13 : Concernant l'apport en colostrum, complétez le paragraphe suivant :

Une prise correcte de colostrum est nécessaire au transfert passif d' immunité .

La règle des 3 Q permet de garantir la qualité de celui-ci :

- Quantité : on estime que le chiot doit boire au moins 1,3mL/100g
- Qualité
- Quand : avant la fermeture de la barrière intestinale soit dans les 12 premières heures de vie (et le plus possible dans les 4 heures).

Question 14 : Concernant la qualité du transfert passif d'immunité :

- Les échecs de transferts passifs d'immunité sont rares et touchent moins de 5 % des chiots.
- Il est évalué par la mesure de la concentration sérique en IgA chez le chiot à 3 jours d'âge.
- En dessous d'un seuil de 0,9g/L, le chiot est en déficit de transfert immunitaire.
- Les échecs de transferts passifs d'immunité touchent environ 18% des chiots.

Oui ! Et la mortalité néonatale associée est significativement plus élevée (44% soit environ 10 fois plus que les chiots ayant eu un bon transfert).

- En dessous d'un seuil de 2,3g/L, le chiot est en déficit de transfert immunitaire.
- Il est évalué par la mesure de la concentration sérique en IgG chez le chiot à 2 jours d'âge.
- En dessous d'un seuil de 1,5g/L, le chiot est en déficit de transfert immunitaire.

Ainsi, la vaccination d'une chienne ne garantit pas nécessairement une protection des chiots. Celle-ci est rendue possible par le **transfert passif d'immunité** correspondant à la prise d'un **colostrum de qualité** , en **bonne quantité** et **rapidement** après la naissance.

Ici, Mr Delatour semble avoir vu tous les chiots téter juste après le part. Néanmoins, il est difficile d'objectiver à posteriori de manière certaine la qualité de ce transfert. Un potentiel déficit est donc à garder en tête.

Question 15 : Par ailleurs, quelles sont les deux maladies virales, touchant les chiots en période néonatale pour lesquelles Suzie n'est pas vaccinée ?

- Le virus minute canin ou CPV1
- L'herpès virus canin
- L'herpès virus porcin 1
- L'adénovirus canin 2

Non, il s'agit d'un virus faisant partie du complexe des maladies infectieuses respiratoire canine, anciennement appelé toux du chenil.

Effectivement, l'herpesvirose canine et le virus minute canin sont deux virus touchant particulièrement les chiots dans la période néonatale.

Question 16 : Classez leurs caractéristiques dans le tableau suivant :

Classement juste :

Virus minute canin		Herpesvirose canine
Vomissements et diarrhée	Naissance de chiots faibles ou mort-nés	Présence d'un vaccin en France
Entérite nécrotique	Arrêt de la tétée	Pétéchies rénales, hépatiques, pulmonaires et leptoméningées à l'autopsie
Aucun vaccin	Diagnostic par PCR	
Pneumonies, myocardites	Vocalises	Incoordination des mouvements

Ainsi, Mr Delatour aurait pu vacciner sa chienne contre l'herpesvirose seulement, puisqu'aucun vaccin n'existe contre le CPV-1.

L'herpesvirose affecte généralement toute une portée, les signes cliniques évoluent rapidement et une **atteinte neurologique** est souvent observable. Chez les chiots de Mr Delatour, vous n'objectez pas de signes neurologiques, et les autres chiots de la portée ne présentent pas d'anomalies cliniques pour l'instant.

De plus, la **diarrhée n'est généralement pas un signe très prédominant de cette affection.**

Question 17 : Mr Delatour est inquiet de ne pas avoir vacciné ses chiots et veut être sûr que Suzie n'est pas touchée par ce virus, que faites-vous ?

- Vous réalisez une sérologie sur les chiots présentant des symptômes.
- Vous réalisez des sérologies sur la mère.

Ici, Suzie n'est pas vaccinée donc il est possible de faire 2 sérologies à 3 semaines d'intervalle. Néanmoins, les délais d'obtention des résultats sont un peu long.

- Vous réalisez une sérologie sur toute la portée.
- Vous pouvez réaliser une PCR sur écouvillon vaginal chez Suzie.

Bien sûr, lorsqu'un chiot est mort, le diagnostic post-mortem est possible.

Vous envoyez un écouvillon vaginal pour analyse PCR.

Le lendemain Mr Delatour vous rappelle, 3 chiots sont décédés dans la nuit. Vous observez toujours les signes de rectite, mais aussi une cyanose des muqueuses et des extrémités.

Question 18 : Compte-tenu de la mort rapide de ces chiots et des signes cliniques observés, vous pensez plutôt à :

- Une infection virale
- Une parasitose
- Une infection bactérienne ayant conduit à une septicémie

Vous suspectez donc une **infection bactérienne** chez des chiots âgés de 6 jours, ayant présenté des **signes d'inconfort, d'hypoglycémie, de déshydratation** et une **diarrhée**. La mort est survenue rapidement.

Question 19 : Compte tenu de ce tableau clinique, vous devez réaliser au plus vite un examen clinique de Suzie, la mère. Pourquoi ? [Question ouverte]

Vous pouvez suspecter un syndrome du lait toxique et devez donc vérifier la présence ou non de signes de mammite ou de métrite notamment.

Questions bonus :

Ce syndrome correspond à une intolérance des chiots au lait maternel. Vrai / Faux.

La contamination du lait fait le plus souvent suite à une infection bactérienne du tractus génital. Vrai / Faux.

Un signe très courant chez le chiot est la présence d'un œdème de l'anus qui prend un aspect violacé en "chou-fleur". Vrai / Faux.

Les pathogènes les plus courants sont :

- Les staphylocoques, Clostridium spp et Yersinia spp
- Les staphylocoques, streptocoques et E.coli

Une antibiothérapie doit être mise en place :

- Immédiatement
- Après résultat de l'antibiogramme

Les chiots doivent être séparés de la mère et nourris avec du lait maternisé :

- Jusqu'au sevrage dans tous les cas.
- Pendant 24 à 48h minimum et jusqu'à l'obtention d'un lait bactériologiquement sain.

L'examen clinique de Suzie ne montre pas d'anomalie et vous ne détectez aucun signe de mammite, métrite ou de rétention placentaire. Vous vous penchez donc sur les autres causes bactériennes possibles.

Les signes cliniques associés aux **infections bactériennes** sont divers, frustes et peu spécifiques.

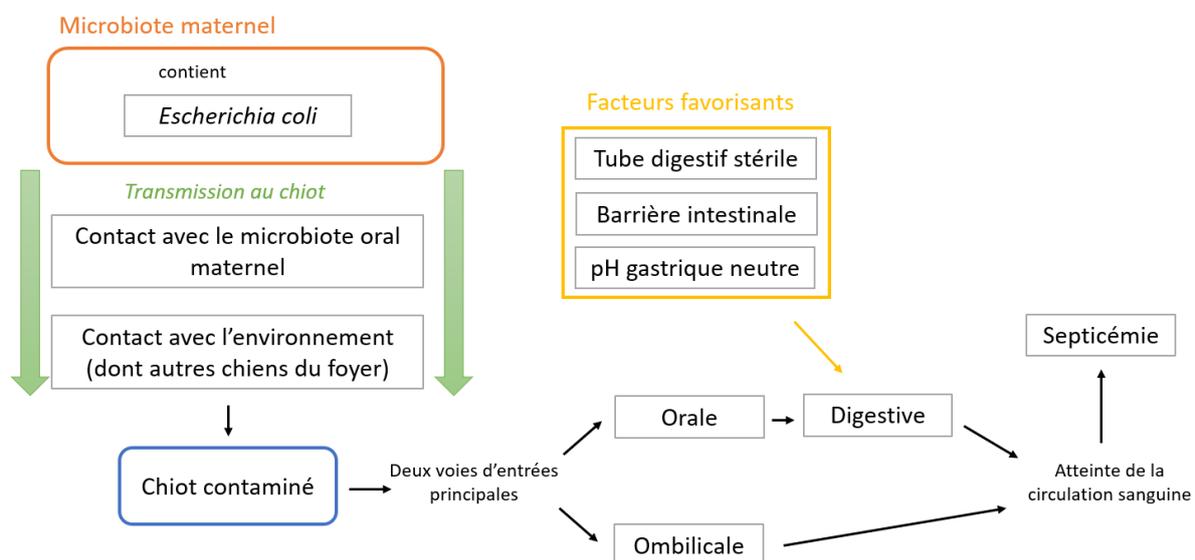
Questions 20 : Les diarrhées peuvent ainsi être causées par des infections bactériennes. **Quelle est la bactérie / type d'infection bactérienne majoritairement retrouvée chez les chiots touchés ?**

- Infections à *Yersinia enterocolitica*
- Campylobactérioses
- Clostridioses
- Colibacilloses (représentées par *E.coli*)
- Salmonelloses

Environ 65% des cas de mortalité néonatale peuvent être attribués à des agents bactériens. Les **particularités physiologiques** des chiots, éventuellement associées à un **mauvais transfert passif d'immunité** les rendent spécifiquement **sensible aux infections par des bactéries normalement commensales**. Ainsi, *Escherichia coli* est une bactérie extrêmement courante aussi bien dans les cas de diarrhée néonatale, que lors de septicémie.

Question 21 : Concernant *Escherichia coli*, complète le diagramme suivant représentant le déroulement possible de l'infection des chiots. [Propositions fournies]

Placement juste :



Question 22 : Si l'étiologie est bien bactérienne, comment expliquez-vous l'aspect cyanosé des extrémités des membres ?

- La cyanose est un signe de choc septique.

En effet, lors de choc septique, une hypotension apparaît et provoquant une hypoperfusion des extrémités.

- La cyanose des extrémités est causée par une hypoperfusion des tissus.

Une hypotension provoque une hypoperfusion des tissus. Elle ne peut pas être compensé par le système cardiovasculaire du chiot, encore trop immature.

- La cyanose des extrémités est causée par l'hypothermie sévère.
- La cyanose démontre d'une contamination cutanée.

Après conservation des corps à 4°C, et environ 10h après leur mort, vous réalisez l'autopsie des chiots décédés.

Question 23 : Vous n'observez aucune lésion macroscopique.

- Compte tenu de l'absence de lésions vous ne réalisez pas de prélèvements pour analyse histologique.
- Vous prélevez au moins le cœur, les poumons, le foie et les reins pour réaliser une analyse histologique.
- Ce n'est pas normal dans le cadre d'une septicémie, ce n'est donc pas la cause du décès.
- Ce n'est pas normal dans le cadre d'une septicémie, vous avez du manquer des lésions.
- Dans une grande majorité des cas de septicémie, aucune lésion macroscopique n'est visible.

Bien que vous n'observiez aucune lésion, vous devez toujours **prélever ces 4 organes pour analyse histologique : cœur, poumons, reins, foie.**

Chez le chien adulte des embolies bactériennes ou des foyers de croissance bactérienne dans les tissus profonds peuvent être observés. Cependant, chez le chiot leur observation est plus rare. La **mort rapide** et l'**immaturité du système immunitaire** (et donc de la réponse inflammatoire) laissent penser que les modifications histologiques n'ont pas le temps d'apparaître. Dans le cas des chiots de Suzie, l'histologie est également non concluante.

Question 24 : Vous réalisez des prélèvements pour réaliser une bactériologie. Vous pouvez :

- Prélever des fragments d'organes
- Prélever des organes entiers
- Réaliser des écouvillons

Effectivement ces trois types de prélèvements sont possibles !

Question 25 : L'analyse bactériologique post-mortem revient positive chez le chiot dans environ 80% des cas. Vrai / Faux

Les bactéries retrouvées sont souvent :

- Pathogènes, ubiquistes et uniques
- Commensales et multiples

L'infection par des bactéries commensales est possible chez le chiot. Il devient alors difficile de faire la différence entre les vrais et faux positifs !

Dans le cas des chiots de Suzie, l'analyse bactériologique permet de révéler une culture pure d'*Escherichia coli*.

Par ailleurs, les résultats de la PCR réalisé sur écouvillon vaginaux sont revenus négatif à l'herpesvirose.

Question 26 : Comment peux-tu interpréter ce résultat ?

- Un résultat est considéré comme vrai positif possible lorsqu'une culture est pure.
- Une culture mixte signifie forcément que l'infection bactérienne n'est pas la cause de la mort.

Et non ! Chez le chiot l'infection par diverses bactéries commensales est possible.

- Associé aux signes cliniques observés, on peut dire que le résultat devient un vrai positif probable.
- Une contamination de l'échantillon est toujours possible et le résultat ne peut donc pas être pris en compte.

Révéler une culture pure est rare lors de mortalité néonatale donc il est peu probable que ce résultat soit uniquement dû à une contamination bactérienne.

Dans ce contexte, les chiots de Suzie sont probablement morts suite à une septicémie néonatale à *Escherichia coli*, dans un contexte de triade, inconfort et diarrhée.

Le 4^e chiot à fait l'objet d'une surveillance accrue dans votre cabinet sous couveuse.

Question 27 : Concernant la prise en charge de ce chiot :

- Un traitement antibiotique n'est pas toujours nécessaire, il est mis en place seulement suite à un échec du traitement symptomatique.

Non ! Chez les chiots nouveau-nés il faut agir vite, on ne peut pas se permettre d'attendre l'échec du traitement symptomatique.

- Le traitement antibiotique est empirique et requiert l'utilisation d'antibiotiques à spectre large tel que les pénicillines ou les céphalosporines.
- La voie orale ou sous-cutanée est utilisable pour l'administration de médicaments chez certains chiots.

Chez certains chiot le maintien de l'alimentation, la fluidothérapie et l'administration de molécules par cette voie suffisent. D'autres, notamment les nouveau-nés en choc septique (dont la perfusion sanguine périphérique est diminué) doivent recevoir leurs traitements par voie veineuse.

- La voie veineuse doit être utilisée dans tous les cas pour administrer le plus rapidement possible les fluides et molécules.
- Un traitement antibiotique doit être mis en place.
- Un traitement symptomatique visant à prévenir la survenue de la triade doit être mis en place prioritairement.

Votre prise en charge à permit le rétablissement de ce chiot.

Dans le cas des chiots de Mr Delatour, difficile d'identifier l'origine de l'infection bactérienne. L'immaturation et la fragilité intrinsèque des chiots à la naissance les rendent particulièrement sensibles à ces infections. Un défaut de prise colostrale ou une hygiène défailante sont des facteurs fortement prédisposants.

Conclusion :

Félicitation tu as fini ce cas !

La **diarrhée** chez le chiot nouveau-né est un symptôme assez courant. Les **causes sont diverses** : nutritionnelles, mécaniques, toxiques, métaboliques ou infectieuses. Parmi ces dernières on distingue les origines bactériennes, virales ou encore parasitaires.

Une diarrhée peut provoquer rapidement l'apparition de la **triade** : **hypothermie, hypoglycémie déshydratation**. Cette triade constitue un élément clé de la prise en charge des chiots malades. Elle survient rapidement et doit toujours être le centre de vos premières prises en charge.

Lorsque l'origine est bactérienne comme dans le cas présenté ici, une septicémie puis un choc septique peuvent en découler et provoquer la mort rapide des chiots.

Ce cas vous a aussi permis de faire quelques rappels sur :

- le transfert passif d'immunité
- le syndrome du lait toxique
- les deux maladies virales touchant particulièrement les nouveau-nés ; herpèsvirose et virus minute canin,
- les bonnes conduites d'un examen post-mortem

Annexe 5 : Questionnaire du cas n°5 : conduire un examen post-mortem

Mr Dupont éleveur de **Berger Australien miniature** vous contacte à la suite du **décès de 2 de ses 8 chiots**. Il souhaite comprendre ce qu'il s'est passé pour éviter que d'autres chiots ne meurent.

Il est 9 h du matin, Mr Brun affirme que l'un des chiots est décédé vers 8h, tandis que l'autre à été retrouvé mort à 7h du matin, et était encore tiède. Mr Dupont vous les a amenés directement à l'ouverture de la clinique. Vous ne pouvez pas réaliser l'autopsie immédiatement, il faut donc **stocker les corps**.

Question 1 : Comment procédez-vous ?

- Vous emballez les cadavres individuellement dans un sac plastique puis les mettez au réfrigérateur.

Les sacs plastiques ne sont pas recommandés puisqu'ils isolent le corps et ralentissent le refroidissement du cadavre.

- Vous emballez les cadavres individuellement dans un sac plastique puis les mettez au congélateur.

Les sacs plastiques ne sont pas recommandés puisqu'ils isolent le corps et ralentissent le refroidissement du cadavre. De plus, la congélation est délétère pour la conservation des tissus.

- Je mets le corps en décubitus latéral, les membres écartés et la bouche ouverte.
- Je mets le corps en décubitus dorsal, les membres écartés.
- Je mets les cadavres directement au réfrigérateur, à 4°C.

Question 2 : Quels phénomènes cherchez-vous à éviter lors de la conservation du corps ? [Question ouverte]

- Autolyse
- Putréfaction

Question 3 : Ainsi stocké, combien de temps avez-vous pour réaliser l'autopsie ?

- Jusqu'à deux semaines maximum
- Jusqu'à une semaine maximum
- 2 à 3 jours maximum

Les causes **infectieuses** et notamment **bactériennes** sont souvent impliquées dans les cas de mortalité néonatale.

Question 4 : Qu'est-ce que cela change pour vous ?

- Je dois effectuer des prélèvements et dispose toujours de 2 à 3 jours pour réaliser l'autopsie.
- Je dois effectuer des prélèvements pour réalisation d'examens bactériologiques, de PCR et éventuellement de coproscopies.
- Je dois effectuer des prélèvements le plus vite possible et avant 15h après la mort.

Une fois le corps stocké convenablement, vous retenez Mr Dupont pour lui poser quelques questions.

- **Avez-vous d'autres animaux ?** → Oui, en plus de ma chienne Sunny et de sa portée, j'ai un berger des Shetland de 2 ans, et un Corgi de 6 ans. J'ai également un chat.
- **Quand a eu lieu la mise bas ?** → Il y a 10 jours.
- **Sunny a-t-elle reçu un traitement durant sa gestation ?** Non aucun.
- **Avez-vous remarqué des changements de comportement chez les deux chiots qui sont décédés ?** → Non, pas particulièrement, j'ai juste l'impression qu'ils étaient plus chétifs.
 - **Que voulez-vous dire ? Le chiot était-il maigre ? Avez-vous observé un échec de prise de poids ?** → Oui peut être légèrement, je ne les ai pas pesés régulièrement. Mais leur poil présentait un aspect mité, ce qui leur donnait cette allure chétive.
 - **Quand avez-vous remarqué cela ?** → Je dirais un a deux jours avant leur mort.

Vous laissez ensuite partir Mr Dupont. Dans la journée, vous trouvez le temps de réaliser l'autopsie.

Question 5 : Concernant l'autopsie :

- Elle permet de révéler des lésions macroscopiques.

Oui ! C'est justement son but, néanmoins, il peut arriver qu'aucune lésion ne soit visible.

- Seule, elle permet d'établir la cause de la mort dans la grande majorité des cas.

L'autopsie est un outil primordial et constitue l'étape n°1 des examens post-mortem, cependant, seule, elle permet rarement d'établir la cause de la mort.

- Seule, elle permet d'établir la cause de la mort dans seulement 22% des cas.

Oui, c'est pour cela que d'autres examens post-mortem (bactériologie, PCR, histologie...) sont souvent nécessaires pour aider au diagnostic.

- L'autopsie est idéalement réalisée par un laboratoire spécialisé.

Idéalement oui. La petite taille des corps rend plus difficile l'observation des lésions, et faire appel à des spécialistes peut être très utile. Cela permet aussi de réaliser les examens complémentaires dans le même laboratoire.

- L'autopsie est réalisable à la clinique.

Oui ! Le transport d'un corps entier peut-être délicat, notamment concernant les délais d'envoi. Faire appel à un laboratoire engendre également des coûts supplémentaires, que le propriétaire doit prendre en compte. L'utilisation de matériel et d'un espace spécifique est recommandé.

Mr Dupont souhaite que vous réalisiez l'autopsie. Nous sommes vendredi après-midi, l'envoi en laboratoire est de toute façon compromis.

Vous vous habillez en blouse et pantalon de clinique et mettez des gants.

Question 6 : Quels éléments devez-vous ajouter absolument à votre tenue pour vous protéger convenablement ?

- Un tablier en plastique

Oui, il permet de vous protéger des liquides et diverses effusions.

- Une blouse blanche

Vous pouvez mettre une blouse blanche mais ce n'est pas absolument nécessaire. Votre tenue doit tout de même être propre afin d'éviter la contamination du cadavre et des prélèvements.

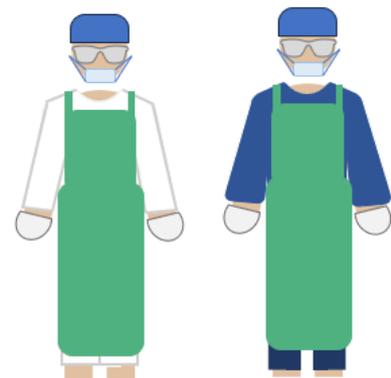
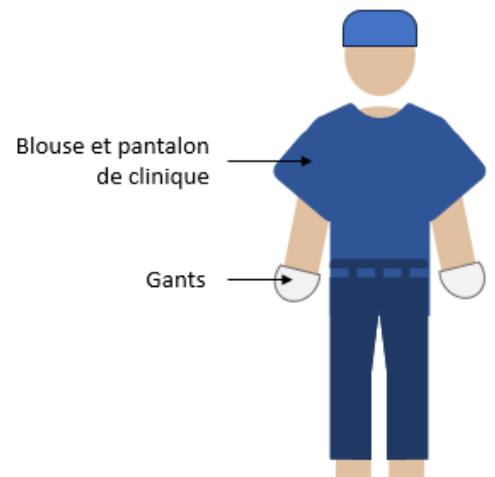
- Des manches longues
- Des bottes

Etant donné la petite taille du corps, vous risquez peut de déverser des liquides au sol donc ce n'est pas obligatoire.

- Un masque chirurgical
- Des lunettes de protection

Oui pour éviter de recevoir des projections !

Vous êtes maintenant habillé convenablement, selon l'une de ces propositions. Vous préparez le reste de votre matériel.



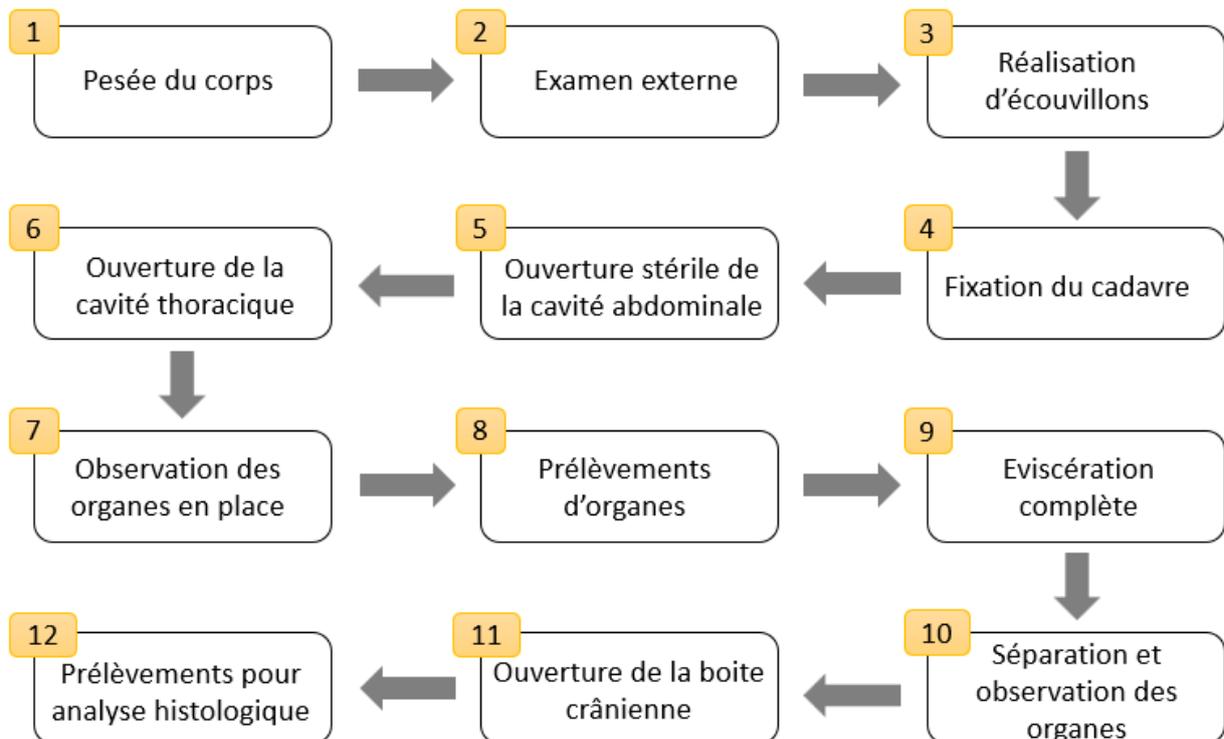
Question 7 : Vous disposez d'une longue liste de matériel, **classez les différents items dans la catégorie à laquelle ils appartiennent.**

Classement juste :

Réaliser	Prélever	Observer
Bande adhésive	Aiguilles et seringues	Lunettes grossissantes
Scalpels	Tubes secs stériles	Appareil photo
Ciseaux et pinces coupantes	Ecouvillons stériles	Mètre ruban
Forceps	Pots stériles	
Fil		

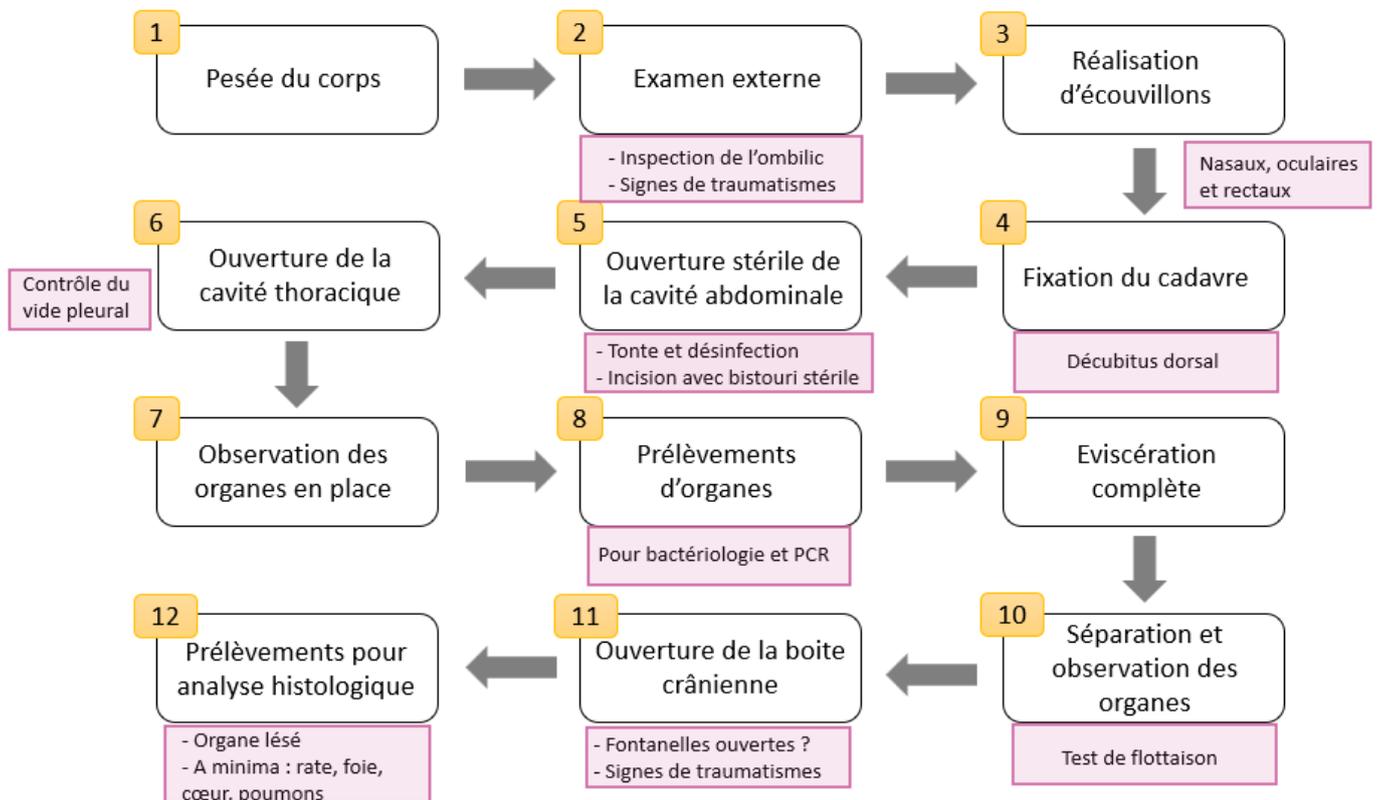
Question 8 : Vous réalisez ensuite l'autopsie. **Classer les différentes étapes dans l'ordre selon le diagramme suivant.**

Classement juste :



Question 9 : Différentes étiquettes vous sont présentées. Elles correspondent à des précisions, tests, ou méthodes à effectuer pendant certaines de ces étapes. **Replacer chacune des étiquettes à l'étape correspondante.**

Placement juste :



Point information : Le **test de flottaison** pulmonaire consiste à découper un morceau de poumon puis à l'immerger dans l'eau. Il est réalisé chez les chiots décédés durant les premières heures de vie pour savoir si le chiot a respiré ou non. Si le poumon coule, le chiot n'a pas respiré ou le poumon présente une consolidation.

Lors de l'examen externe des chiots vous constatez effectivement que les chiots ont un **pelage mité**, et un **aspect bedonnant**.

L'autopsie du premier chiot révèle différentes lésions et anomalies :

5. Poumon droit de couleur rouge sombre, de consistance augmentée
6. Poumon gauche rose foncé, recouvert d'un liquide visqueux flotte au test de flottaison.
7. Coloration verdâtre focale sur le foie
8. Présence d'un liquide d'épanchement transparent dans la cavité abdominale
9. Présence de vers ronds dans le duodénum
10. Présence de points blanc de 1mm de diamètre recouvrant le foie

Question 10 : Parmi ces lésions, lesquelles ne devez-vous pas prendre en compte ?
[Question ouverte]

Les lésions n° 1 et 3.

Question 11 : Effectivement, ces lésions correspondent à des artéfacts post-mortem, lesquels :

Lésion 1 : **hypostase**

Lésion 3 : **imbibition biliaire**

Propositions fausses : autolyse / imbibition **d'hémoglobine** / **putréfaction**

Oui ! L'imbibition d'hémoglobine est une décoloration rouge pâle des tissus causé par la lyse des hématies. La putréfaction est causée par le développement de bactéries après la mort, tandis que l'autolyse est causée par les enzymes intrinsèques.

Question 12 : Au vu de ces lésions, quelle est votre hypothèse principale ? [Question ouverte]

Toxocarose.

Question 13 : Quels examens post-mortem complémentaires vous intéressent particulièrement ?

- **PCR**

*Oui, la PCR peut être utilisée pour détecter de très faibles quantités d'acide nucléique. Ici, elle est revenue positive à *Toxocara canis*.*

- **Parasitologie**

*Les vers ronds retrouvés sont bien de l'espèce *Toxocara canis*.*

- **Bactériologie**

Ici, vous n'avez pas particulièrement besoin de la bactériologie au vu des vers ronds trouvés. Vous aviez fait des prélèvements tout de même, qui sont revenus négatifs.

- **Coproscopie**

*Des œufs de *T. canis* sont retrouvés en grande quantité.*

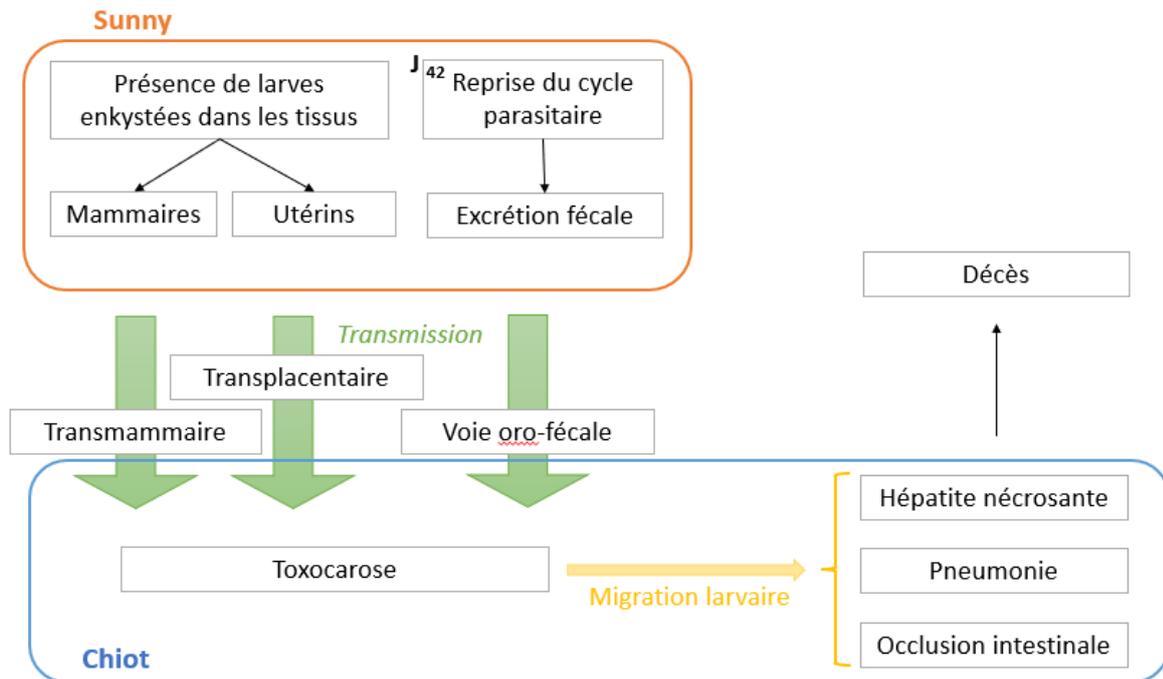
- **Histologie**

Tout organe lésé doit être prélevé pour histologie. Ici vous aviez envoyé un prélèvement de foie, de poumon, ainsi que de rate, et de cœur. L'examen histologique révèle la présence de larves de nématodes dans les alvéoles pulmonaires, de foyers nécrotiques hépatiques.

Question 14 : Au vu de ces résultats, quel scénario pouvez-vous imaginer pour ce chiot ?

Remplissez le diagramme suivant :

Placement juste :



Point information : La reprise du cycle parasitaire chez la chienne est permise par l'augmentation de la température corporelle.

Ici, Mr Dupont n'a pas observé de signes cliniques autres qu'un **amaigrissement relatif** et une **détérioration du pelage**. Vous avez observé une **distension abdominale**.

Question 15 : En cas de Toxocarose chez le chiot, quels sont les autres signes cliniques observables ?

- Diarrhée
- Abattement
- Dyspnée
- Toux
- Anus en chou-fleur

Non, il s'agit plus d'un symptôme observé lors de syndrome du lait toxique.

- Vocalises
- Crises convulsives
- Muqueuses pâles

Question 16 : Reliez les différents symptômes/lésions à leur cause sous-jacente :

Placez les mécanismes en premiers.

- Toux et dyspnée → Migration pulmonaire de larves → Pneumonie
- Distension abdominale → Accumulation des vers dans les intestins → Occlusion
- Présence d'épanchement transparent abdominal → Hypoprotéinémie causée par la spoliation sanguine → Ascite
- Diarrhée → Accumulation des vers dans les intestins → Entérite
- Muqueuses pâles → Spoliation sanguine → Anémie
- Vocalises → Inconfort, douleur

Vous commencez l'autopsie du deuxième chiot et vous retrouvez à nouveau des **vers ronds dans le duodénum ainsi que des points blancs sur le foie**, en moins grande quantité que sur le premier chiot.

Question 17 : Vous vous arrêtez là, il y a suffisamment d'éléments pour conclure qu'une infestation par *Toxocara canis* a également provoqué la mort de ce chiot. Vrai / Faux

Il convient dans tous les cas de réaliser l'autopsie complète du chiot afin de ne pas manquer des lésions.

Effectivement, à l'issue de votre autopsie, vous constatez que :

- les poumons ne présentent pas de lésions,
- la **boîte crânienne est fracturée**
- la présence de **signes d'hémorragies cérébrale**,
- la présence de **signes d'hémorragies** musculaires et sous muqueuse au niveau du tissu recouvrant la boîte crânienne.

Question 18 : Quelle hypothèse est à considérer maintenant ? [Question ouverte]

Traumatisme induit / traumatisme crânien

Question 19 : Après l'autopsie de ces deux chiots, quelles informations souhaiteriez-vous demander à Mr Dupont au vu de ces observations ?

- Comment sont vermifugés les animaux du foyer,
- La présence ou non de barre anti-écrasement dans la maternité,
- La présence d'un élément nouveau au domicile, causant du stress,
- Si Sunny est traitée contre les parasites internes,
- Si Sunny s'occupe correctement de ses chiots ou non,
- Si Sunny est correctement vaccinée,

Mr Dupont vous répond que **Sunny s'occupe correctement de ses chiots** selon lui. Il s'agit de **sa première portée**, mais Mr Dupont a déjà eu une portée de chiot avec l'une de ses autres chiennes. Elle passe la majorité de son temps avec eux et les laisse allaiter. Il n'a **pas** mis en place de **barre anti-écrasement** dans la maternité. Il n'y a **pas** eu de **changement particulier** au domicile et ne voit pas trop ce qui aurait pu stresser Sunny.

Mr Dupont vous indique qu'il **vermifuge l'ensemble de ses chiens une fois par an**, et qu'il n'a pas pris de mesures particulières en vue de la gestation de Sunny.

Question 20 : Au vu de l'ensemble de votre discussion avec Mr Dupont, vous lui conseillez de :

- Prendre l'habitude de peser quotidiennement les chiots d'une portée pour détecter précocement les échecs de gain de poids.
- Mettre en place des barres anti-écrasement dans la maternité
- Vermifuger les chiots dès l'âge de deux semaines
- Vermifuger tous les animaux du foyer plus régulièrement, soit 4 fois par an.
- Vermifuger Sunny tous les mois, pendant 6 mois avant la gestation

Mr Dupont se rappelle ensuite que la nuit précédant le décès des chiots, le temps était orageux et sa chienne craint particulièrement le tonnerre. La veille au soir, la **chienne était agitée et avait du mal à se calmer**.

Question 21 : Cela peut peut-être expliquer les signes de traumatisme crânien sur le deuxième chiot. Vrai / Faux

Effectivement, bien que celui-ci présentait des signes de toxocarose également, il est probable que la cause de la mort immédiate soit traumatique par écrasement.

Question 22 : Le premier chiot est sûrement tout de même décédé des suites de la toxocarose. Vrai / Faux.

Les lésions présentes étaient sévères et dirigées vers l'hypothèse parasitaire. Aucun signe de traumatisme n'a été détecté.

Question 23 : L'infestation parasitaire des autres chiots est peu probable puisqu'ils ne présentent aucun signe clinique, et notamment, n'ont pas le pelage mité. Vrai / Faux

L'absence de signes cliniques ne signifie pas que les chiots ne sont pas infestés. De plus, au vu des modes de transmission (transplacentaire ou transmammaire), l'infestation de l'ensemble de la portée est très probable.

Question 24 : Quel protocole antiparasitaire proposez-vous à Mr Brun dans l'immédiat ?

- Les chiots doivent être traités avec un antihelminthique adapté dès l'âge de 2 semaines, puis toutes les deux semaines jusqu'à 2 semaines post-sevrage.

Oui, les chiots doivent être vermifugés dès 2 semaines d'âge, toutes les deux semaines jusqu'à 2 semaines post-sevrage puis une fois par mois jusqu'à 6 mois.

- Traiter la mère en même temps que les chiots à chaque fois.
- Les chiots doivent être traités avec un antihelminthique adapté dès l'âge de 14 jours, puis toutes les deux semaines jusqu'à 6 mois.
- Traiter la mère dès à présent.
- Traiter la mère une fois, en même temps que le premier traitement des chiots
- Les chiots doivent être traités avec un antihelminthique adapté dès maintenant, puis toutes les deux semaines jusqu'à 6 mois.

Question 25 : Quel protocole Mr Brun aurait pu mettre en place pour prévenir cette infestation parasitaire ?

- Fenbendazole → 50mg/kg PO SID → du 40^e jour de gestation au 2^e jour post-partum
- Moxidectine injectable → 1mg/kg SC → au 40 et 55^e jour de gestation
- Lactone macrocyclique → posologie adaptée → au 40 et 55^e jour de gestation

Conclusion :

Félicitation tu as finis ce cas !

L'**autopsie** est un examen post-mortem dont le but est de révéler des lésions macroscopiques permettant d'objectiver la cause de la mort.

Elle nécessite un **stockage** des corps **adapté** et un **matériel spécifique**, stérile et si possible réservé à cet usage. Des équipements de protection individuelle doivent être portés. Elle comporte 12 étapes permettant d'observer tous les organes, en place puis isolés, et d'être le plus exhaustif possible. L'interprétation des lésions doit être éclairée de la **connaissance des potentiels artéfacts post-mortem** pour ne pas être faussée.

Des examens **histologiques**, **bactériologiques**, **virologiques** et des **coproscopies** sont souvent réalisées et permettent de compléter les résultats de l'autopsie, souvent insuffisant pour déterminer la cause de la mort.

Ici, un cas mixte vous a été présenté, avec à la fois une infestation parasitaire et un traumatisme induit par la mère, permettant de rappeler **l'importance du conseil d'élevage et de la connaissance des mesures environnementales et de la prophylaxie** dans la lutte contre la mortalité néonatale.

MORTALITE NEONATALE CHEZ LE CHIOT : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET ELABORATION DE CAS CLINIQUES INTERACTIFS

Auteur

LEPOULTIER Soline

Résumé

Les animaux de compagnie prennent une place de plus en plus précieuse au sein des foyers. La professionnalisation des éleveurs engendre une augmentation de la demande de soins médicaux poussés pour les chiots nouveau-nés qui dépérissent. Par conséquent la néonatalogie vétérinaire connaît un net développement depuis une quinzaine d'années.

Une étude bibliographique permet de souligner les particularités physiologiques des chiots, les principales causes de mortalité néonatale, et les différentes méthodes de prévention et de soins permettant de diminuer cette mortalité.

Cinq cas cliniques ont ensuite été élaborés et permettent d'enrichir l'apprentissage des étudiants. Ces cas cliniques, conçus pour refléter différents scénarios évoquent les grands aspects physiologiques, pathologiques et préventifs relatifs à la mortalité néonatale canine. Ainsi les grands axes évoqués sont : le conseil d'élevage, les malformations congénitales, la réanimation néonatale et la détection précoce des chiots à risque, les diarrhées et septicémies néonatales, et enfin la conduite d'examens post-mortem.

L'objectif de ce travail est d'améliorer la gestion de la mortalité néonatale chez le chiot, en alliant une approche théorique et une dimension pratique à travers le développement de cas cliniques interactifs.

Mots-clés

Néonatalogie, Chiot, Pédagogie, Interactivité, Simulation

Jury

Président du jury : **Pr COCHAT Pierre**
Directeur de thèse : **Dr ROSSET Emilie**
2ème assesseur : **Pr PROUILLAC Caroline**