



HAL
open science

Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race Labrador

Emeline Schiebel

► To cite this version:

Emeline Schiebel. Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race Labrador. Médecine vétérinaire et santé animale. 2020. dumas-04548560

HAL Id: dumas-04548560

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04548560>

Submitted on 16 Apr 2024

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


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



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

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 26860

To cite this version:

Schiebel, Emeline . *Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race Labrador*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVV, 2020, 120 p.

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

DEROULEMENT DE LA MISE-BAS CHEZ LA CHIENNE : FACTEURS DE VARIATION ET CONSEQUENCES SUR LA SANTE DU CHIOT EN RACE LABRADOR

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

SCHIEBEL Emeline
Née, le 12/12/1995 à SAINT-NAZAIRE (44)

Directrice de thèse : Mme Sylvie CHASTANT

JURY

PRESIDENT :

M. Olivier PARANT

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Sylvie CHASTANT

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Mme Agnès WARET-SZKUTA

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRES INVITES :

M. Anthony MORIN

Directeur technique du CESECAH, Lezoux

Mme Amélie MUGNIER

Docteure vétérinaire, Ingénieure de recherches à l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse

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

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

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

PROFESSEURS 1° CLASSE

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

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

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

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

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

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

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

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

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

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

REMERCIEMENTS

Au président du jury,

A Monsieur le Professeur Olivier PARANT,
Professeur responsable du service de gynécologie obstétrique à l'hôpital Paule
de Viguier,

Qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de thèse,
Hommage respectueux.

Au jury de thèse,

A Madame la Docteure Sylvie CHASTANT,
Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Pathologie de la reproduction,

Qui m'a confiée ce sujet de thèse et guidée tout au long de ce travail,
Sincères remerciements.

A Madame la Docteure Agnès WARET-SKUTA,
Maitre de conférences à l'Ecole Nationale vétérinaire de Toulouse,
Production et pathologie porcines,

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

A Madame la Docteure Amélie MUGNIER,
Docteure vétérinaire et ingénieure de recherche à l'Ecole Nationale Vétérinaire
de Toulouse,

Qui m'a accompagnée et aidée tout le long de ce travail,
Merci pour sa pédagogie, sa patience et sa gentillesse.

A Monsieur Anthony MORIN,
Directeur technique du CESECAH à Lezoux,

Qui m'a permis de regrouper toutes les données nécessaires pour cette thèse,
Sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	11
LISTE DES ABREVIATIONS	13
INTRODUCTION	15
MATERIEL ET METHODES	19
I/ Contexte de l'étude	19
(A) Elevage	19
(B) Protocole de mise à la reproduction	19
(C) Gestion de la mise-bas	20
(D) Suivi des chiots	20
II/ Création de la base de travail	21
(A) Données	21
(B) Définition des paramètres analysés	22
(C) Création et calcul des variables	23
(D) Tri et nettoyage des données	29
IV/ Analyse statistiques des données	32
(A) Durée totale de mise-bas	32
(B) Délai de naissance	36
(C) Durée entre le début de la mise-bas et la naissance du chiot	39
RESULTATS	41
I/ Description de la population	41
(A) Effectifs de la population finale	41
(B) Caractéristiques des mères	42
(C) Caractéristiques des mises-bas	42
(D) Caractéristiques des chiots	43

II/ Durée totale de la mise-bas	44
(A) Valeurs de la durée totale de la mise-bas.....	44
(B) Facteurs de variation de la durée de la mise-bas.....	45
(C) Relation entre la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance	49
(D) Conséquences sur la mortalité néonatale	50
(E) Conséquences sur la croissance néonatale.....	52
III/ Le délai de naissance	58
(A) Valeurs du délai de naissance.....	58
(B) Hétérogénéité des délais de naissance intra-portée	59
(C) Facteurs de variation du délai de naissance	60
(D) Conséquences sur la mortalité et la croissance néonatales	66
IV/ La durée cumulée de naissance.....	67
(A) Valeurs de la durée cumulée de naissance.....	67
(B) Conséquences sur la mortalité et la croissance néonatales	68
V/ Bilan des résultats significatifs de l'étude	70
DISCUSSION	71
I/ Limites de l'étude.....	71
(A) Collecte des données.....	71
(B) Représentativité de la population étudiée	71
(C) Limites dues à la définition des différents types de durée	72
(D) Condition d'exclusion des mises-bas	74
II/ Résultats	75
(A) Valeurs des différentes durées.....	75
(B) Facteurs de variation du déroulement de la mise-bas	76
(C) Conséquences sur la mortalité néonatale des chiots	93
(D) Conséquences sur la croissance	97
III/ Durées de mise-bas vs dystocies	100
(A) Calcul de valeurs seuil de durée	100
(B) Intérêt modéré des valeurs seuil	103
CONCLUSION.....	105

BIBLIOGRAPHIE109

ANNEXES115

Annexe 1 : Présentation orale acceptée au *International Symposium on Canine and Feline Reproduction* (ISCFR), ayant lieu du 21 au 24 juin 2021 à Milan et organisé par la *European Veterinary Society For Small Animal Reproduction* (EVSSAR).....117

Annexe 2 : Présentation d'une affiche acceptée au congrès organisé par *l'Association Française des Vétérinaires pour Animaux de Compagnie* (AFVAC) ayant lieu du 10 au 12 décembre 2020, à Bordeaux.....119

LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Protocole de reproduction du centre d'étude	20
<u>Figure 2</u> : Description des variables finales étudiées	24
<u>Figure 3</u> : Facteurs de variation retenus pour la modélisation de la durée totale de la mise-bas	33
<u>Figure 4</u> : Détermination de la valeur seuil par l'estimation de la distance minimale lors d'analyse ROC (Huynh et al., 2015).....	35
<u>Figure 5</u> : Facteurs retenus pour la modélisation du délai de naissance	38
<u>Figure 6</u> : Diagramme de flux.....	41
<u>Figure 7</u> : Distribution du mois de la mise-bas (n = 141 mises-bas)	42
<u>Figure 8</u> : Distribution de la saison météorologique de la mise-bas.....	43
<u>Figure 9</u> : Distribution de l'heure de la mise-bas (n = 141 mises-bas)	43
<u>Figure 10</u> : Distribution de la durée totale de la mise-bas (n = 141 mises-bas).....	44
<u>Figure 11</u> : Influence de la taille de la portée sur la durée totale de la mise-bas (n = 141 mises-bas).....	46
<u>Figure 12</u> : Durée totale de la mise-bas en fonction de la présence ou absence de mort-né.....	47
<u>Figure 13</u> : Proportion de mise-bas avec mort-né par rapport à la durée de mise-bas	48
<u>Figure 14</u> : Courbe ROC pour la détermination du seuil critique de durée totale de la mise-bas vis-à-vis du risque d'obtenir un ou des mort-nés dans la portée	48
<u>Figure 15</u> : Relation entre la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance	49
<u>Figure 16</u> : Relation entre le délai de naissance moyen par portée et la durée totale de la mise-bas (n = 140 portées)	50
<u>Figure 17</u> : Nombre de chiots nés vivants puis morts entre J0 et S3 par portée (A) et taux de mortalité néonatale intra-portée (B) (n = 141 portées)	51
<u>Figure 18</u> : Gain total de poids dans la portée entre J0 et J2 en fonction de la durée de la mise-bas (n = 99 mises-bas)	54
<u>Figure 19</u> : Taux de croissance du chiot en fonction de la durée de mise-bas.....	56
<u>Figure 20</u> : Proportion de chiots avec un taux de croissance entre J0 et J2 inférieur à - 4% (A, n = 1123 chiots), avec un taux de croissance entre J2 et J7 inférieur à 50% (B, n = 1097 chiots) en fonction de la durée totale de mise-bas	57

<u>Figure 21</u> : Distribution du délai de naissance (n = 1038 chiots)	58
<u>Figure 22</u> : Hétérogénéité du délai de naissance au sein de la portée (n = 140 mises-bas).....	59
<u>Figure 23</u> : Influence de la taille de la portée sur le délai de naissance (n = 1038 chiots)	61
<u>Figure 24</u> : Délai de naissance en fonction du statut du chiot à la naissance ..	62
<u>Figure 25</u> : Proportion de chiots mort-nés en fonction du délai de naissance (n = 1038 chiots).....	63
<u>Figure 26</u> : courbe ROC pour la détermination du seuil critique de délai de naissance vis-à-vis du risque d'obtenir un chiot mort-né (B) (n = 1038 chiots)	63
<u>Figure 27</u> : Influence du rang de naissance sur le délai de naissance (n = 1038 chiots)	64
<u>Figure 28</u> : Proportion de délai de naissance supérieur à 65 min en fonction du rang de naissance	65
<u>Figure 29</u> : Distribution de la durée cumulée de naissance (n = 1179 chiots) ..	67
<u>Figure 30</u> : Durée cumulée de naissance en fonction du statut mort-né ou non du chiot (n = 1179 chiots)	68
<u>Figure 31</u> : Proportion de chiots mort-nés en fonction de la durée cumulée de naissance (n = 1179 chiots)	69
<u>Figure 32</u> : Courbe ROC pour la détermination du seuil critique de la durée cumulée de naissance vis-à-vis du risque d'obtenir un chiot mort-né (n = 1179 chiots)	69
<u>Figure 33</u> : Bilan des résultats de l'étude	70
<u>Figure 34</u> : Mortalité des chiots en fonction du délai de naissance, selon Gill (2001)	96

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : Récapitulatif de l'ensemble des facteurs de variation et variables « conséquence » de l'étude et pourcentages de données manquantes correspondants.....	31
<u>Tableau 2</u> : Répartition de la mortalité sur la période néonatale (entre J0 et S3) et mortinatalité.....	52
<u>Tableau 3</u> : Mortalité des chiots selon différents âges dans la bibliographie ...	93
<u>Tableau 4</u> : Signes d'alerte permettant de suspecter une dystocie.....	101

LISTE DES ABREVIATIONS

CESECAH	Centre d'Etude, de Sélection et d'Élevage pour Chiens Guides d'Aveugles et autres Handicapés
IC95	Intervalle de confiance à 95%
IQR	Intervalle interquartile
J0	Jour de naissance du chiot et/ou de la portée
J2	Deuxième jour de vie du chiot et/ou de la portée
J7	Septième jour de vie du chiot et/ou de la portée
n	Effectif (nombre de chiots ou de portées selon le contexte)
NEC	Note d'Etat corporel
p	p-value
PdN	Poids de naissance
ROC	Receiver Operating Characteristic
SD	Ecart-type
Sn	Sensibilité
Sp	Spécificité
S3	Trois semaines d'âge (20-22 jours) du chiot et/ou de la portée
VPP	Valeur prédictive positive
\bar{x}	Moyenne

INTRODUCTION

Une étude réalisée par Chastant-Maillard et al. (2017) sur près de 30 000 mises-bas et regroupant un total d'un peu plus de 204 000 chiots, indique que sur les 5,4 chiots qui naissent en moyenne par portée, uniquement 4,6 chiots seront vendus. Chaque éleveur perd donc près d'un chiot par portée à cause du taux assez élevé de mortalité (13,4% des chiots meurent avant l'âge de 2 mois ou avant même leur naissance). Cette mortalité des chiots constitue ainsi un enjeu majeur dans les élevages, à la fois pour des raisons économiques et pour une question de bien-être animal.

Selon Gill (2001), si l'on considère le taux de mortalité des chiots avant leur 6^e semaine d'âge, les deux tiers de cette mortalité sont dus à la mortinatalité et à la mortalité dans les 24 premières heures de vie. L'asphyxie fœtale constitue alors la première cause de mortalité des chiots : 42,5% des chiots morts avant leur 6^e semaine de vie sont décédés par asphyxie. Münnich et Küchenmeister (2014) indiquent également qu'environ 90% des chiots morts par hypoxie décèdent dans les deux premiers jours de vie ou pendant la mise-bas (étude sur 138 chiots). Ils supposent ainsi que la première cause de mortalité périnatale serait les mises-bas anormalement longues et les dystocies, provoquant un déficit en oxygène. La durée de la mise-bas augmente d'ailleurs avec la présence de mort-né dans la portée. De même, la durée entre les naissances de deux chiots consécutifs est également allongée pour les chiots mort-nés (Münnich, Küchenmeister, 2014 ; Cornelius et al., 2019).

Chez la truie, une autre espèce polytoque, des études ont mis en évidence de nombreux facteurs de variation de la durée de la mise-bas. Elle dépend de facteurs maternels, comme l'épaisseur de gras dorsal à la mise-bas (Oliviero et al., 2010), la durée de gestation (Van Rens, Van der Lende, 2004 ; Van Dijk et al., 2005) ou encore son comportement stressé voire agressif (Hemsworth et al., 1999 ; Mosnier et al., 2009). D'autres facteurs de variation sont liés à la portée, avec notamment le nombre de porcelets à naître (Fraser et al., 1997 ; Canario et al., 2004 ; Van Rens, Van der Lende, 2004 ; Van Dijk et al., 2005 ; Bianchi et al., 2010 ; Schild et al., 2019) ou la présence de mort-né dans la portée (Schild et al., 2019). Le poids et l'épaisseur des placentas font aussi varier la durée de mise-bas. Enfin, des facteurs environnementaux entrent aussi en jeu avec le type de logement (Oliviero et al., 2010).

A l'inverse, les données disponibles chez le chien sont très peu nombreuses dans la littérature. Selon Gill (2009), la durée de la mise-bas et le délai de naissance entre deux chiots varient avec la taille de la portée et le rang de naissance. L'influence des caractéristiques de la mère, comme son âge ou sa parité, reste peu claire. Il semble cependant que l'expulsion du fœtus soit plus longue en présentation postérieure (Million, 2004). Les résultats disponibles sont ainsi très restreints, les facteurs de variation de la mise-bas demandent donc encore à être explorés. De plus, une description du déroulement normal d'une mise-bas chez la chienne est nécessaire pour pouvoir ensuite en définir les anomalies de déroulement et de durée.

La durée écoulée depuis le début de la mise-bas et l'intervalle entre les naissances de deux chiots sont d'ores et déjà utilisés comme indicateurs du bon ou mauvais déroulement de la mise-bas. Ce sont des signes d'alerte de dystocie (Johnston et al., 2001 ; Million, 2004 ; Münnich et Küchenmeister, 2009 ; Fontaine et al., 2016 ; Runcan et al., 2018) mais leur impact est évalué essentiellement sur le taux de mortinatalité, donc à très court terme.

Les efforts nécessaires lors de la mise-bas mobilisent les réserves notamment énergétiques de la femelle. Une mise-bas plus longue et donc plus éprouvante pour la femelle pourrait compromettre la bonne prise en charge des chiots par leur mère, voire la production laitière. Cependant, les conséquences de la durée de la mise-bas sur la survie et la croissance néonatale des chiots n'ont jamais été explorées.

L'objectif de cette étude est donc d'abord de décrire les différentes durées caractérisant la mise-bas chez la chienne et d'en identifier les principaux facteurs de variation. L'influence du déroulement de la mise-bas sur la santé des chiots sera ensuite étudiée. Les trois types de durées étudiées sont la durée totale de la mise-bas, le délai de naissance entre deux chiots et la durée cumulée de naissance (durée entre le début de la mise-bas et la naissance du chiot). Les facteurs de variations étudiés sont le poids, la parité et l'âge de la mère, la saison et le moment dans la journée au début de la mise-bas, la taille et le sex ratio de la portée, le poids total de la portée à la naissance, l'hétérogénéité des poids de naissance des chiots dans la portée ainsi que la présence ou non de mort-né et le taux de mortinatalité intra-portée. Le rang et le poids de naissance, le sexe, le statut (mort-né ou vivant à la naissance) du chiot et le statut et poids des chiots précédents sont également pris en compte. L'influence du déroulement

de la mise-bas sur la mortalité et la croissance néonatale (entre 0 jours et 3 semaines d'âge) sera ensuite évaluée. L'étude est réalisée sur une unique race, le Labrador Retriever.

MATERIEL ET METHODES

I/ Contexte de l'étude

Cette étude est une étude rétrospective, menée sur l'ensemble des données de mises-bas récoltées dans un unique élevage.

(A) Elevage

Toutes les données récoltées proviennent d'un même et unique élevage canin, le CESECAH, ou « Centre d'Etude, de Sélection et d'Elevage pour Chiens Guides d'Aveugles et autres Handicapés ». Cet élevage, localisé à Lezoux (63), a été créé en 1996 et a pour objectif la sélection des reproducteurs et la production de futurs chiens de guides. Seules les chiennes de race Labrador Retriever ont été incluses dans l'étude.

(B) Protocole de mise à la reproduction

Les femelles reproductrices sont prises en charge par des familles d'accueil en dehors de la période de reproduction.

Le protocole de mise à la reproduction des chiennes est identique pour toutes les chiennes. Dès les premiers signes de chaleurs, la chienne est amenée au CESECAH pour le suivi des chaleurs. Des dosages sanguins de progestérone sont réalisés régulièrement à partir du 8ème jour après le début des chaleurs (automate compact Mini Vidas®, Biomérieux, Craponne, France). Ces dosages sont alors réalisés tous les trois jours, tant que la progestéronémie reste de l'ordre de 1 ng/mL, puis tous les 2 jours lorsque la concentration sanguine se rapproche de 4 ng/mL. La mise à la reproduction se fait par insémination artificielle en semence fraîche ou par saillie naturelle. Une première insémination ou saillie est réalisée deux jours après la première valeur de progestéronémie supérieure à 8 ng/mL, puis une seconde est effectuée le lendemain. Les chiennes sont toujours saillies ou inséminées avec un mâle de race Labrador Retriever. La chienne retourne ensuite en famille d'accueil.

Des mesures préventives vaccinales et antiparasitaires sont ensuite mises en place pendant la gestation (Figure 1). Un diagnostic de gestation est réalisé

par échographie 30 jours après la première insémination. L'alimentation de la chienne est changée pour une ration plus adaptée au bout de 45 jours. Les chiennes entrent en maternité au CESECAH une semaine avant la date prévue de la mise-bas (60 jours après la première insémination ou saillie). Deux jours avant, la progestéronémie est dosée toutes les 24 heures pour détecter l'imminence de la mise-bas.

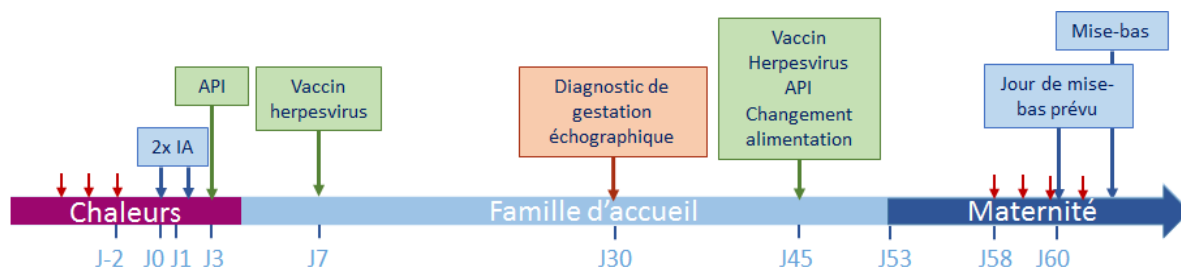


Figure 1 : Protocole de reproduction du centre d'étude

IA : Insémination artificielle / API : Antiparasitaire interne / flèches rouges : dosage sanguin de progestérone

(C) Gestion de la mise-bas

Une semaine avant la date prévue de mise-bas, la chienne est placée en salle de maternité (Figure 1). Chaque chienne est alors installée dans un box de 1,70 sur 2,65 mètres. Une caisse de mise-bas y est installée. La chienne a accès cinq fois par jour à l'extérieur et est nourrie trois fois avec un aliment sec adapté à ses besoins.

La mise-bas se déroule sous surveillance humaine directe. Les heures de naissance des chiots sont notées. A la naissance, chaque chiot est pesé et identifié par un collier plastique de couleur (scoubidou). Une césarienne est réalisée avant la naissance du premier chiot ou en cours de mise-bas si nécessaire.

(D) Suivi des chiots

Les chiots restent ensuite un mois dans la maternité avec leur mère. Les poids des chiots sont mesurés et notés à la naissance puis sur l'ensemble de la période néonatale, c'est-à-dire sur les trois premières semaines d'âge. Les cas de mort sont notés également. Dans notre étude, la période néonatale est

considérée entre 0 et 21±1 jours d'âge (notés respectivement J0 et S3). Tous les chiots d'une même portée ont toujours été pesés le même jour.

II/ Création de la base de travail

(A) Données

L'ensemble des données utilisées dans cette étude ont toutes été enregistrées par les éleveurs du CESECAH, dans le cadre de la surveillance des mises-bas et de la croissance des chiots en maternité. Elles ont ensuite été envoyées à Néocare, centre dédié à la reproduction, à l'élevage et à la pédiatrie canine et féline de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Les informations ont été récupérées sous plusieurs formes : fichier Excel, photos et photocopies des cahiers de suivi des portées.

Cette collecte a ainsi permis de réunir les données de toutes les mises-bas de chiennes Labrador Retriever ayant eu lieu au CESECAH entre novembre 2007 et février 2018. L'intégralité des données récupérées ont été regroupées dans un seul et unique fichier Excel®. Les portées ont toutes été identifiées avec un numéro qui leur est propre. Pour chacune, toutes les informations suivantes ont été saisies :

- Le numéro d'identification de la portée
- Les noms des parents et leurs poids à l'âge adulte
- La date de naissance et la parité de la mère
- La date de la première saillie
- La date de la mise-bas
- Les heures de début et de fin de la mise-bas
- La difficulté du déroulement de la mise bas
- La taille de la portée, le nombre de chiots mâles dans la portée
- Le nombre de chiots nés vivants, le nombre de chiots nés morts, le nombre de morts sur la période néonatale

Pour chaque chiot, l'heure de naissance, le rang de naissance, le sexe, et les valeurs de poids au cours des 21 premiers jours de vie ont été notés. L'âge et la date de la mort ont été indiqués le cas échéant.

(B) Définition des paramètres analysés

Le poids de la mère correspond à son poids à l'âge adulte, hors période de gestation et de lactation. Le poids du père correspond à son poids à l'âge adulte.

La parité de la mère a été définie comme le nombre de mises-bas déjà effectuées avant celle considérée. Ainsi, une chienne n'ayant jamais eu de portée auparavant sera de parité 0 et qualifiée de nullipare. Une chienne ayant déjà eu deux portées avant celle considérée, sera de parité 2.

La date de mise-bas correspond à celle de l'expulsion du premier chiot, donc à celle du début de la phase d'expulsion.

L'heure de début de la mise-bas (heure de début du stade II) correspond à l'heure d'expulsion du premier chiot. L'heure de fin de la mise-bas correspond à l'heure d'expulsion du dernier chiot de la portée.

La difficulté de la mise-bas a été notée subjectivement par la personne surveillant son déroulement. Si une mise-bas s'est déroulée facilement et sans intervention humaine, celle-ci est notée « facile ». Au contraire, si le surveillant considère que la mise-bas s'est déroulée difficilement et/ou qu'elle a nécessité son intervention voire celle d'un vétérinaire, la mise-bas est notée « difficile ». Enfin, si la mise-bas s'est faite entièrement ou s'est terminée par une césarienne, la difficulté est remplacée par « césarienne » dans la notation.

La taille de la portée correspond au nombre total de chiots nés, qu'ils soient vivants ou morts à la naissance.

Le rang de naissance du chiot est noté de 1 (premier chiot expulsé) à n (nième chiot expulsé).

La croissance et la mortalité ont été analysées sur la période néonatale précoce (entre la naissance et le deuxième jour de vie, noté J2) et la période néonatale tardive (entre 3 jours de vie et 3 semaines d'âge, soit entre J3 à S3). La période entre 3 et 7 jours d'âge (J7) a également été considérée pour l'analyse de certains paramètres. La mortalité des chiots a ainsi été notée pour les périodes suivantes : à la naissance (chiot mort-né ou non), puis sur [J0-J2], [J3-J7] et [J7-S3]. Pour chaque mise-bas, le nombre total de nés morts, puis de morts sur chaque intervalle considéré, ont été pris en compte.

(C) Création et calcul des variables

L'objectif de cette étude est tout d'abord de décrire le déroulement de la mise-bas du Labrador Retriever, ensuite d'identifier les facteurs de variation de ce déroulement et enfin d'examiner dans quelle mesure le déroulement de la mise-bas influence la croissance et la survie des chiots. Le déroulement de la mise-bas a été caractérisé par trois durées : la durée totale de la mise-bas, les délais de naissance et les durées cumulées de naissance. Les définitions de l'ensemble des variables ont été décrites ci-dessous (facteurs de variation et conséquences). Les variables ont été classées en fonction du fait qu'elles caractérisent la mère, le père, la portée ou le chiot.

1/ Caractérisation de la mise-bas

a) Durée totale de la mise-bas

La durée totale de la mise-bas correspond à la durée du stade II de la mise-bas, c'est-à-dire à la durée d'expulsion de la totalité des chiots de la portée (Figure 2). Elle correspond donc à la soustraction de l'heure d'expulsion du dernier chiot par l'heure d'expulsion du premier chiot. Elle est notée en heures et est gardée sous forme continue.

b) Délais de naissance

Le délai de naissance est une durée qui est propre à chaque chiot. Elle correspond au temps qui s'est écoulé entre la naissance de 2 chiots consécutifs, donc de rangs de naissance consécutifs. Ainsi, le délai de naissance du chiot de rang N est calculé en réalisant la soustraction de l'heure de naissance du chiot N par celle du chiot de rang N-1 (Figure 2). Ce délai de naissance est noté en minutes. Cette variable n'est donc pas calculable pour le premier chiot né dans la portée.

c) Durée cumulée de naissance

La durée entre le début de la mise-bas (expulsion du premier chiot de la portée) et la naissance du chiot de rang N est appelée « durée cumulée de naissance ». Elle est propre à chaque chiot et correspond à la durée écoulée entre la naissance du premier chiot (celui de rang de naissance égal à 1) et la naissance du chiot de rang N. Elle est ainsi obtenue par la soustraction entre

l'heure de naissance du chiot de rang N et l'heure de naissance du chiot de rang 1. Cette durée est notée en minutes. Pour chaque mise-bas, la durée cumulée de naissance du chiot de rang 1 est ainsi égale à 0 minutes (Figure 2).

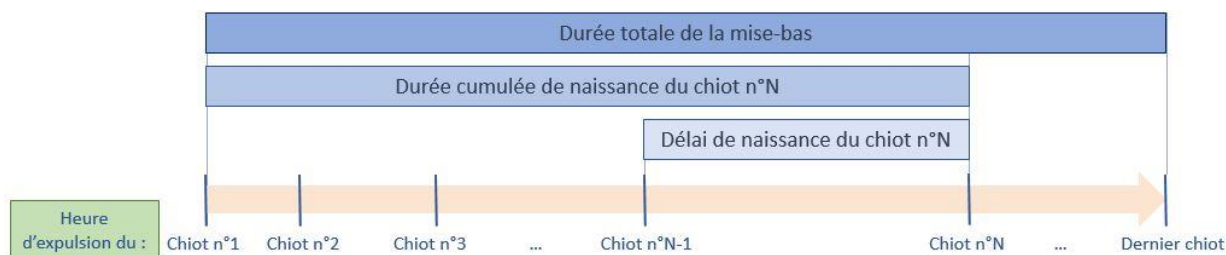


Figure 2 : Description des variables finales étudiées

2/ Facteurs de variation du déroulement de la mise-bas

a) Facteurs de variation liés à la mère

Trois facteurs maternels ont été étudiés : l'âge, la parité et le poids à l'âge adulte. L'âge de la mère correspond à son âge au moment de la mise-bas. Celui-ci a été calculé en années, par soustraction de la date de la mise-bas par la date de naissance de la mère. Le résultat obtenu a été gardé sous forme continue.

b) Facteur de variations lié au père

Le poids du père correspond au poids à l'âge adulte, il est exprimé en kilogrammes. C'est la seule variable prise en compte pour le père.

c) Facteurs de variation liés à la portée

Moment de la journée, mois et saison météorologique de la mise-bas

Le mois et la saison pendant lesquels ont eu lieu la mise-bas ont été déterminés à partir de la date de mise-bas. Les saisons météorologiques ont été définies de la façon suivante :

- hiver : mois de décembre, janvier et février
- printemps : mois de mars, avril et mai
- été : mois de juin, juillet et août
- automne : mois de septembre, octobre et novembre.

Le moment de la mise-bas indique si la mise-bas a débuté le jour ou la nuit (expulsion du premier chiot). Le jour correspond à la période de la journée située entre 6h00 et 22h00. Hors de cet intervalle, la mise-bas est dite nocturne.

Sex ratio de la portée

Le sex ratio de la portée correspond au rapport du nombre de mâles sur le nombre total de chiots dans la portée (taille de la portée). Il est calculé pour chaque mise-bas et prend en compte tous les chiots, qu'ils soient nés morts ou non.

Poids total de la portée à la naissance

Le poids total de la portée à la naissance correspond à la somme des poids de naissance de tous les chiots de la portée (nés vivants et nés morts). Il est exprimé en grammes.

Hétérogénéité intra-portée

L'hétérogénéité intra-portée correspond au coefficient de variation des poids de naissance de l'ensemble des chiots dans la portée, qu'ils soient nés morts ou non. Il est calculé uniquement lorsque les poids de naissance (PdN) de tous les chiots de la portée sont disponibles. L'hétérogénéité correspond au rapport, exprimé en pourcentage, entre l'écart-type (SD) des poids de naissance sur la moyenne (\bar{x}) de ces mêmes poids (Mugnier et al., 2019).

Présence d'au moins un mort-né dans la portée

Pour chaque mise-bas, il a été déterminé s'il y a présence ou absence d'au moins un mort-né dans la portée.

Taux de mortinatalité intra-portée

Le taux de mortinatalité intra-portée correspond au pourcentage de chiots nés morts par rapport au nombre total de chiots nés.

d) Facteurs de variation liés à chaque chiot

Rang de naissance en proportion

Le nombre de chiots nés varie pour chaque mise-bas. Ainsi, le premier chiot né sera toujours de rang 1, mais le dernier sera de rang variable en fonction de la taille de la portée : si 8 chiots sont nés, le dernier sera de rang de naissance égal à 8 alors que pour une portée plus grande, le dernier sera par exemple de

rang 13. Pour ne pas prendre en compte cette variation de la taille de la portée, le rang de naissance en proportion est calculé selon le mode de calcul proposé par Vallet et al. (2011) chez la truie. Il s'agit de diviser le rang de naissance d'un chiot donné par la taille de la portée. Le rang de naissance en proportion est alors compris entre 0 et 1. Les premiers chiots nés sont alors de rangs proches de 0, tandis que les derniers sont de rangs proches de 1. La première moitié de la portée est ainsi de rangs compris entre 0 et 0,5, la deuxième entre 0,5 et 1. La variable a ensuite été catégorisée en 10 groupes : [0-0,15], (0,15-0,25], (0,25-0,35], (0,35-0,45], (0,45-0,55], (0,55-0,65], (0,65-0,75], (0,75-0,85], (0,85-0,95] et (0,95-1].

Statut du chiot précédent

Cette variable a pour but de prendre en compte le statut né mort ou vivant du chiot né juste avant celui considéré. Le premier-né de chaque mise-bas n'est donc pas pris en compte pour cette variable.

Poids de chiot expulsé avant celui considéré

Le poids de chiot expulsé au total avant celui considéré correspond à la somme des poids de naissance de tous les chiots de la portée de rangs inférieurs à celui considéré. Il est exprimé en grammes. Pour le chiot né en troisième lors de la mise-bas, le poids de chiot expulsé avant lui correspond ainsi à la somme des poids de naissance des deux premiers chiots. Pour le premier né de chaque mise-bas, le poids de chiot expulsé avant lui est de 0 grammes.

Différence de poids avec le chiot de rang immédiatement inférieur

Ici sont comparés les poids de naissance du chiot étudié et de celui né juste avant lui. Leurs poids sont considérés comme différents l'un de l'autre s'il y a plus de 20% d'écart entre les deux, en pourcentage du poids du chiot étudié. Ainsi, la variable est catégorisée de la façon suivante :

- « identique » si la différence entre les deux poids est inférieure à 20%
- « supérieur » si le chiot considéré a un poids supérieur au précédent de plus 20%
- « inférieur » si le chiot considéré a un poids inférieur au précédent de plus 20%.

3/ Variables « conséquence »

a) Variables « conséquence » liées à la portée

Présence d'au moins un mort dans la portée

La présence ou non d'au moins un mort parmi les chiots de la portée a été notée sur les périodes suivantes : [J0-J2] pour la période néonatale précoce et [J0-S3] pour la période néonatale totale. La période [J0-J2] ne prend alors pas en compte les nés morts.

Taux de mortalité néonatale intra-portée

Le taux de mortalité néonatale intra-portée correspond au pourcentage de chiots nés vivants puis morts entre J0 et S3 par rapport au nombre total de chiots nés.

Gain total de poids de la portée entre J0 et J2

Le poids total de la portée est calculé à la naissance et à J2, en réalisant la somme de tous les poids des chiots de la portée. Le gain total de poids de la portée correspond alors à la soustraction du poids total à J2 par celui à la naissance. Cette variable est calculée uniquement pour les portées ne comportant aucun chiot né mort ni aucun cas de mort entre J0 et J2.

b) Variables « conséquence » liées à la population de chiots

Taux de mortalité des chiots entre J0 et J2

Le taux de mortalité des chiots entre J0 et J2 correspond au pourcentage de chiots nés vivants puis morts entre J0 et J2, sur toute la population de chiots vivants à la naissance, toutes mises-bas confondues.

Taux de mortalité néonatale des chiots

Le taux de mortalité néonatale des chiots correspond au pourcentage de chiots nés vivants puis morts entre J0 et S3, sur toute la population de chiots vivants à la naissance, toutes mises-bas confondues.

c) Variables « conséquence » liées à chaque chiot

Statut du chiot entre J0 et S3

Cette variable rend compte de la mort du chiot avant S3 ou non. Cette variable ne prend pas en compte les chiots nés morts.

Taux de croissance du chiot entre J0 et J2

Le taux de croissance du chiot entre J0 et J2 est exprimé en pourcentage et est calculé pour chaque chiot avec la formule suivante :

$$\text{Taux de croissance [J0-J2]} = [(\text{Poids à J2} - \text{PdN}) / \text{PdN}] * 100$$

Ce taux n'est pas calculé pour les chiots nés morts ou morts entre J0 et J2. Le taux de croissance a été pris en compte de façon quantitative mais aussi mis en deux catégories (négatif/positif), en raison de l'augmentation du risque de mortalité néonatale chez les chiots qui ont perdu du poids au cours des deux premiers jours de vie (Mila et al., 2015) : les chiots ayant un taux de croissance entre J0 et J2 inférieur à -4% ont un risque de décéder durant les 3 premières semaines de vie de 38,5%, contre 5% pour les autres ($p < 0,01$).

Taux de croissance du chiot entre J2 et J7

Le taux de croissance du chiot entre J2 et J7 est exprimé en pourcentage et est calculé pour chaque chiot avec la formule suivante :

$$\text{Taux de croissance [J2-J7]} = [(\text{Poids à J7} - \text{Poids à J2}) / \text{Poids à J2}] * 100$$

Ce taux n'est calculé que pour les chiots vivants à J7.

Taux de croissance du chiot entre J7 et S3

Le taux de croissance du chiot entre J7 et S3 est exprimé en pourcentage et est calculé pour chaque chiot avec la formule suivante :

$$\text{Taux de croissance [J7-S3]} = [(\text{Poids à S3} - \text{Poids à J7}) / \text{Poids à J7}] * 100$$

Ce taux n'est calculé que pour les chiots vivants 3 semaines après la naissance.

Taux de croissance du chiot entre J2 et S3

Le taux de croissance du chiot entre J2 et S3 est exprimé en pourcentage et est calculé pour chaque chiot avec la formule suivante :

$$\text{Taux de croissance [J2-S3]} = [(\text{Poids à S3} - \text{Poids à J2}) / \text{Poids à J2}] * 100$$

Ce taux n'est calculé que pour les chiots vivants 3 semaines après la naissance.

(D) Tri et nettoyage des données

1/ Critères d'exclusion des données

Les mises-bas avec un chiot unique ont été retirées en raison de l'impossibilité de calculer une durée de mise-bas.

Toutes les mises-bas ayant commencé ou s'étant terminées par une césarienne ont été supprimées.

Enfin, les portées pour lesquelles l'heure de début et/ou de fin de mise-bas n'ont pas été enregistrées ont été retirées.

2/ Traitement des erreurs de saisie

La banque de données ainsi construite a été vérifiée et corrigée, de façon à éviter tout risque d'erreur de saisie et de données aberrantes. Ainsi, pour chaque mise-bas, il a été vérifié que :

- L'identifiant de chaque portée correspond bien à une unique mise-bas et qu'il n'y a pas de doublon
- Les noms de chaque parent ont été harmonisés afin qu'il n'existe aucun doublon, pour faciliter l'analyse des données
- Les dates de naissance de chaque mère sont correctes, tout comme les dates de mise-bas de chaque portée. Les dates de naissance aberrantes (une mère aurait par exemple mis bas à l'âge de trois mois) ont été comparées aux valeurs sources puis corrigées
- Tous les chiots ont bien été enregistrés dans le fichier par rapport aux documents de l'élevage, qu'aucun n'a été compté deux fois ou au contraire oublié, notamment pour les nés morts
- L'heure de naissance de chaque chiot a été notée et est différente entre deux chiots successifs. La banque de données comprend cependant une mise-bas pour laquelle l'heure de début et de fin de la mise-bas sont connues, mais pas l'heure de naissance de chaque chiot
- Les poids de chaque chiot sont bien identiques aux valeurs sources et correspondent bien aux différents âges indiqués du chiot.

3/ Pourcentage de données manquantes dans la base de données

La base de données finale comporte 141 mises-bas, regroupant 1182 chiots, issus de 73 mères et 52 pères.

Sur les 141 mises-bas, la difficulté de son déroulement n'est pas précisée pour 10 d'entre elles, soit 7%. Il a tout de même été vérifié qu'il ne s'agissait pas de césariennes, auquel cas ces portées auraient été exclues.

Sur les 73 mères différentes, 3 n'ont pas de poids indiqué, soit 4% des mères et 2% des mises-bas.

De même, 36 pères sur les 52 n'ont pas leur poids renseigné dans la banque de données, ce qui représente un pourcentage de 69% des pères et 83% des mises-bas. Ce paramètre a donc été exclu de l'analyse.

Pour les poids de naissance des chiots, seuls 22 valeurs ne sont pas indiqués sur les 1182 chiots, soit 2%. Les poids manquants concernent tous des chiots nés morts et aucun chiot né vivant.

Sur tous les chiots encore vivants à 2 et 7 jours d'âge et pesés à ces dates-là, il ne manque aucun poids. Cependant, il manque les poids de 20 chiots sur les 1086 toujours vivants à 3 semaines d'âge, soit 2%.

Les données manquantes pour les variables calculées sont résumées dans le [Tableau 1](#). L'ensemble des variables (que ce soit celles récupérées brutes auprès des éleveurs du CESECAH, ou celles calculées et ajoutées ensuite) sont regroupées dans ce tableau.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'ensemble des facteurs de variation et variables « conséquence » de l'étude et pourcentages de données manquantes correspondants

<i>Variables</i>	<i>Unité ou Catégories (nombre de catégories)</i>	<i>Pourcentage de données manquantes (effectif)*</i>
Facteurs de variation		
<i>Liés à la mère</i>		
<i>Âge de la mère</i>	<i>En année</i>	<i>///</i>
<i>Parité de la mère</i>	<i>En nombre de mises-bas</i>	<i>///</i>
<i>Poids de la mère</i>	<i>En kilogramme</i>	<i>4% des mères (3) 2% des mises-bas (3)</i>
<i>Liés au père</i>		
<i>Poids du père</i>	<i>En kilogramme</i>	<i>69% des pères (36) 83% des mises-bas (117)</i>
<i>Liés à chaque portée</i>		
<i>Moment de la mise-bas</i>	<i>Jour / Nuit (2)</i>	<i>///</i>
<i>Mois de la mise-bas</i>	<i>Janvier / Février / Mars etc. (12)</i>	<i>///</i>
<i>Saison de la mise-bas</i>	<i>Hiver / Printemps / Eté / Automne (4)</i>	<i>///</i>
<i>Difficulté de la mise-bas</i>	<i>Facile / Difficile (2)</i>	<i>7% des mises-bas (10)</i>
<i>Sex ratio de la portée</i>	<i>En proportion</i>	<i>///</i>
<i>Poids total de naissance de la portée</i>	<i>En gramme</i>	<i>13% des mises-bas (19)</i>
<i>Hétérogénéité intra-portée</i>	<i>Coefficient sans unité</i>	<i>13% des mises-bas (19)</i>
<i>Présence de mort-né dans la portée</i>	<i>Absence / Présence (2)</i>	<i>///</i>
<i>Taux de mortinatalité intra-portée</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>
<i>Liés à chaque chiot</i>		
<i>Rang de naissance en proportion</i>	<i>Entre 0 et 1, sans unité (10)</i>	<i>///</i>
<i>Sexe du chiot</i>	<i>Mâle / Femelle (2)</i>	<i>///</i>
<i>Poids de naissance du chiot</i>	<i>En gramme</i>	<i>2% des chiots (22)</i>
<i>Poids de chiot expulsé avant</i>	<i>En gramme</i>	<i>3% des chiots (31)</i>
<i>Différence de poids avec le chiot de rang immédiatement inférieur</i>	<i>Inférieur / Identique / Supérieur (3)</i>	<i>2,5% des chiots concernés (27)</i>
<i>Statut du chiot à la naissance</i>	<i>Mort-né / Vivant (2)</i>	<i>///</i>
<i>Statut du chiot précédent</i>	<i>Mort-né / Vivant (2)</i>	<i>///</i>
Variables « conséquence »		
<i>Liées à chaque portée</i>		
<i>Présence de mort entre [J0-J2] dans la portée</i>	<i>Absence / Présence (2)</i>	<i>///</i>
<i>Présence de mort entre [J0-S3] dans la portée</i>	<i>Absence / Présence (2)</i>	<i>///</i>
<i>Taux de mortalité néonatale intra-portée</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>
<i>Gain total de poids de la portée entre J0 et J2</i>	<i>En gramme</i>	<i>///</i>
<i>Liées à la population de chiots</i>		
<i>Taux de mortalité des chiots [J0-J2]</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>
<i>Taux de mortalité néonatale</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>
<i>Liées à chaque chiot</i>		
<i>Statut du chiot entre J0 et S3</i>	<i>Mort / Vivant (2)</i>	<i>///</i>
<i>Taux de croissance [J0-J2]</i>	<i>Quantitatif : en pourcentage Qualitatif : négatif / positif (2)</i>	<i>///</i>
<i>Taux de croissance [J2-J7]</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>
<i>Taux de croissance [J7-S3]</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>
<i>Taux de croissance [J2-S3]</i>	<i>En pourcentage</i>	<i>///</i>

*Si aucune donnée n'est manquante, « /// » est noté

IV/ Analyse statistiques des données

L'analyse statistique et la description des données ont été réalisées avec le logiciel Microsoft Excel et le logiciel R (version 3.5.2). Dans tous les modèles multivariés, l'impact d'une variable a été considéré comme significatif si la p-value (p) est inférieure à 0,05. Lorsque le test global s'est révélé significatif pour un des facteurs comportant plusieurs catégories, des tests de comparaison 2 à 2 (test de Wilcoxon avec correction de Bonferoni) ont été réalisés pour préciser cette différence.

(A) Durée totale de mise-bas

1/ Identification des facteurs de variation

a) Choix des variables étudiées

Les facteurs de variation de la durée totale de la mise-bas sont soit propres à la mère, soit propres à la mise-bas en elle-même. Les facteurs dépendant de la mère correspondent à son âge, sa parité et son poids. Les autres facteurs sont propres à la mise-bas ou à la portée : le moment de la mise-bas, la saison de la mise-bas, la taille de la portée, le sex ratio de la portée, le poids total de naissance de la portée, l'hétérogénéité de la portée, la présence d'au moins un mort-né dans la portée et la mortinatalité dans la portée. Etant donné le manque de précision et le côté subjectif du paramètre « difficulté de mise-bas », il a été choisi d'exclure ce paramètre de l'étude.

b) Pré-sélection des variables pour l'analyse multivariée

L'étude des facteurs de variation de la durée de mise-bas a été réalisée en plusieurs étapes. La première étape a consisté en une pré-sélection des variables explicatives candidates grâce à des analyses bivariées : un test de corrélation de Spearman ou Kendall a été réalisé si la variable explicative était quantitative tandis qu'un test de Kruskal-Wallis était fait si celle-ci était qualitative. Lorsque la p-value (p) de ces tests était inférieure à 0,2, la variable a été conservée pour l'analyse multivariée.

Les variables pour lesquelles p est inférieure à 0,2 sont la taille de la portée, le poids total de la portée à la naissance, le poids de la mère et la présence d'au moins un chiot né mort dans la portée.

Le poids total de la portée à la naissance étant fortement corrélé à la taille de la portée, seule l'une des deux variables doit être gardée pour l'analyse multivariée. Le choix s'est alors porté sur la taille de la portée.

c) Modèle pour l'analyse multivariée

Suite à ces analyses bivariées, un modèle linéaire mixte a été généré avec les facteurs de variation retenus (Figure 3).

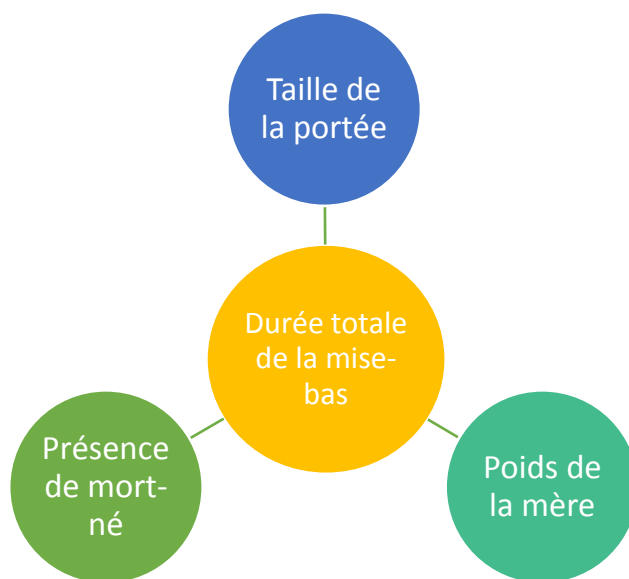


Figure 3 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation de la durée totale de la mise-bas

La mère a été introduite en effet aléatoire dans ce modèle pour tenir compte de la non-indépendance des chiots issus d'une même mère. La formule du modèle construit est ainsi :

Durée de mise-bas ~ [poids mère + taille de portée + présence de mort-nés + effet aléatoire de la mère]

Afin de stabiliser le modèle, les valeurs extrêmes de la durée totale de mise-bas ont été supprimées (4 mises-bas retirées, ayant duré plus de 11 heures et 40 minutes). Le modèle a été validé grâce à l'évaluation de ses résidus par réalisation d'un diagramme quantile-quantile de comparaison de la distribution observée avec une loi normale.

2/ Relation entre la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance

Le délai de naissance n'est à proprement parlé pas un facteur de variation de la durée totale de la mise-bas. Son impact sur le délai de naissance est donc étudié à part, à l'aide d'une analyse statistique bivariée. Un test de corrélation de Spearman a ainsi été réalisé.

3/ Analyse de l'impact de la durée de la mise-bas sur la santé du chiot

a) Choix des paramètres étudiés

L'impact de la durée totale de mise-bas a été évalué sur la mortalité néonatale et plus précisément la présence de mort entre J0 et S3 dans la portée, le taux de mortalité néonatale dans la portée et le taux de mortalité dans l'ensemble de la population de chiots entre J0 et J2 puis entre J0 et S3. Pour rappel, les variations du taux de mortalité et du statut du chiot à la naissance (mort-né ou non) sont déjà évaluées avec les facteurs de variation.

Quant à l'impact sur la croissance du chiot et de la portée, les paramètres étudiés sont : le gain total de poids dans la portée entre J0 et J2, le taux de croissance du chiot entre J0 et J2 (sous forme qualitative et quantitative) et les taux de croissance du chiot entre J2 et J7, puis entre J7 et S3.

b) Méthode de l'analyse statistique

Les conséquences sur la santé du chiot de la durée totale de mise-bas ont été analysées avec des statistiques bivariées. Un test de corrélation de Spearman ou Kendall a été réalisé si la variable était quantitative tandis qu'un test de Kruskal-Wallis était fait si celle-ci était qualitative.

c) Détermination de seuils critiques de durée totale de la mise-bas

Pour finir, des valeurs seuils de la durée totale de la mise-bas ont été recherchées à l'aide de courbes ROC (Receiver Operating Characteristic).

La courbe ROC est un outil largement utilisé en épidémiologie clinique pour quantifier avec précision comment des tests diagnostiques peuvent discriminer les sujets atteints des sujets sains. Elle est utilisée ici pour

déterminer si la durée totale de la mise-bas permet de discriminer correctement les portées présentant un ou plusieurs mort-nés, de celles sans aucun mort à la naissance. De même, elle est utilisée pour essayer de déterminer des valeurs seuil de durée de mise-bas au-delà desquelles les chiots ont un risque plus important d'avoir une croissance entre J0 et J2 inférieure à -4% (Mila et al., 2015) et un taux de croissance entre J2 et J7 inférieur à 50% (valeur correspondant au premier quartile). Ce diagnostic se fait en analysant la valeur de l'aire sous la courbe ROC : seules les courbes ROC présentant une aire sous la courbe supérieure à 0,70 ont été exploitées pour définir les seuils.

Ainsi, la courbe ROC permet également d'identifier le seuil optimal parmi toutes les valeurs possibles de durée totale de mise-bas. Ici, le seuil a été déterminé par l'estimation de la distance minimale d entre la courbe ROC obtenue et le point où la sensibilité (S_n) et la spécificité (S_p) sont toutes deux de 100% (Figure 4).

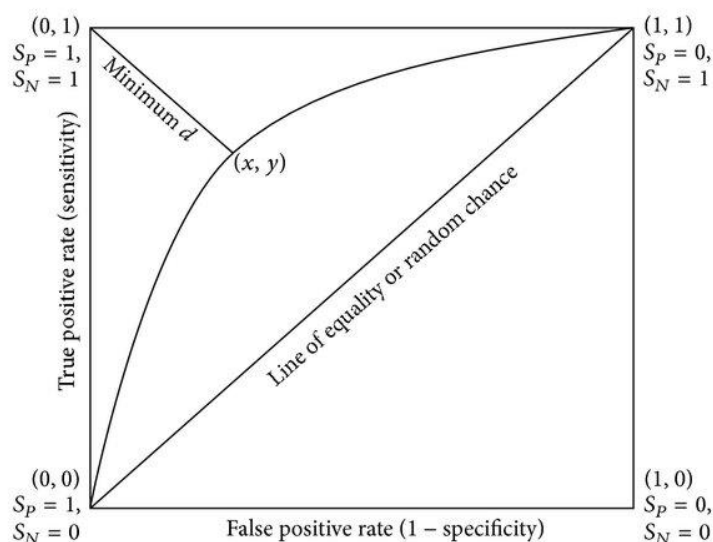


Figure 4 : Détermination de la valeur seuil par l'estimation de la distance minimale lors d'analyse ROC (Huynh et al., 2015)
 $S_p = \text{spécificité} / S_n = \text{Sensibilité}$

(B) Délai de naissance

1/ Hétérogénéité du délai de naissance dans la portée

Afin d'étudier l'hétérogénéité du délai de naissance au sein d'une même portée, le coefficient de variation du délai de naissance a été calculé par portée. Il correspond au rapport, exprimé en pourcentage, entre l'écart-type des délais de naissance sur la moyenne de ces mêmes délais. Ce coefficient a été calculé pour toutes les portées de l'étude, sauf celle pour laquelle les délais de naissance ne sont pas tous disponibles.

2/ Identification des facteurs de variation

a) Choix des variables étudiées

Les facteurs de variation des délais de naissance sont soit propres à la mère, soit propres à la mise-bas ou portée, soit propres au chiot. Les facteurs dépendant de la mère sont son âge, sa parité et son poids. Les facteurs propres à la mise-bas sont la taille de la portée, la période de mise-bas et la saison de la mise-bas. Les autres facteurs sont propres au chiot : son sexe, son rang de naissance (en proportion), son poids de naissance, son statut (mort-né ou non), la totalité de poids de chiot expulsé avant lui, la différence de poids avec le chiot précédent, le statut (mort-né ou non) du chiot précédent.

b) Pré-sélection des variables pour l'analyse multivariée

La première étape a consisté en une pré-sélection des variables explicatives candidates grâce à des analyses bivariées.

Toutes les variables énumérées ci-dessus ont ainsi été gardées pour le modèle, mis à part le statut (mort-né ou non) du chiot précédent et la saison de la mise-bas, qui sont ressortis avec une p-value supérieure à 0,2.

Parmi les variables conservées pour le modèle, il s'est posé le problème de multicollinéarité entre la parité et l'âge de la mère. Il a été choisi de ne garder que l'âge de la mère et de retirer la parité.

De même, le rang de naissance et le poids total de chiot né avant sont multicolinéaires : plus le nombre de chiots nés avant celui considéré est grand, plus le rang de naissance est élevé et plus le poids de chiot expulsé avant est grand. Seul le rang de naissance a donc été gardé pour le modèle.

c) Modèle pour l'analyse multivariée

Suite à ces analyses bivariées, un modèle linéaire mixte a été généré (Figure 5). La mère a de nouveau été introduite en effet aléatoire, pour tenir compte de la non-indépendance des chiots issus d'une même mère. La réalisation d'un diagramme quantile-quantile de comparaison de la distribution observée avec une loi normale a montré une anomalie des résidus. La variable à expliquer (le délai de naissance) a donc été transformée par la fonction $\log(1+x)$ afin de normaliser les résidus. La formule du modèle est ainsi :

$\text{Log}(1+\text{Délai de naissance}) \sim [\text{âge mère} + \text{poids mère} + \text{taille de portée} + \text{période de mise-bas} + \text{sexe} + \text{statut mort-né} + \text{rang de naissance} + \text{poids de naissance} + \text{différence avec poids d'avant} + \text{effet aléatoire de la mère}]$

Les distributions des valeurs de délai de naissance, de la différence de poids avec le chiot né avant et de poids de la mère ont été observées. Afin de stabiliser le modèle, les valeurs extrêmes (de distribution entre 95 et 100%, soit 5% des valeurs) ont été supprimées. Le modèle final a été validé grâce à une nouvelle évaluation de ses résidus.



Figure 5 : Facteurs retenus pour la modélisation du délai de naissance

Les variables en vert sont propres à chaque chiot, celles en bleu à chaque mise-bas/portée et celles en rouge à chaque mère.

3/ Analyse de l'impact du délai de naissance

a) Choix des paramètres étudiés

L'impact du délai de naissance sur la mortalité néonatale des chiots a été étudié à travers le statut (mort ou non) du chiot à S3.

De même, la croissance néonatale du chiot a été évaluée par l'intermédiaire du taux de croissance du chiot entre J0 et J2 (qualitativement et quantitativement) et les taux de croissance du chiot entre J2 et J7, puis entre J7 et S3.

b) Méthode de l'analyse statistique

Les conséquences du délai de naissance sur la santé du chiot ont été analysées avec des statistiques bivariées.

c) Détermination de seuils critiques de délai de naissance

De la même façon que pour la durée totale de la mise-bas, une valeur seuil de délai de naissance au-delà de laquelle le risque d'obtenir un mort-né augmente significativement, a été recherchée par le biais d'analyses ROC.

(C) Durée entre le début de la mise-bas et la naissance du chiot

1/ Impact de la durée cumulée de mise-bas sur la santé des chiots

Pour la durée cumulée de mise-bas, uniquement les impacts sur la mortinatalité, la mortalité néonatale et sur la croissance du chiot ont été étudiés. L'analyse de facteurs de variation aurait été redondante avec celle de la durée totale de mise-bas, elle n'a donc pas été réalisée.

Les paramètres étudiés sont les mêmes que ceux analysés pour l'impact du délai de naissance sur la santé et survie du chiot, avec la même méthode statistique.

2/ Détermination de seuils critiques de durée cumulée de naissance

De la même façon que pour la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance, une valeur seuil de durée cumulée de naissance au-delà de laquelle le risque d'obtenir un mort-né augmente significativement, a été recherchée par le biais d'analyses ROC.

RESULTATS

I/ Description de la population

(A) Effectifs de la population finale

Les données de 233 mises-bas de chiennes Labrador Retriever ayant eu lieu au CESECAH entre novembre 2007 et février 2018 ont été initialement enregistrées. Après tri et exclusion, 61% des mises-bas du jeu de données initial ont été conservées (Figure 6). La population finale comporte ainsi un total de 1182 chiots, issues de 141 portées nées entre mai 2009 et février 2018, nés de 73 mères différentes et de 52 pères.

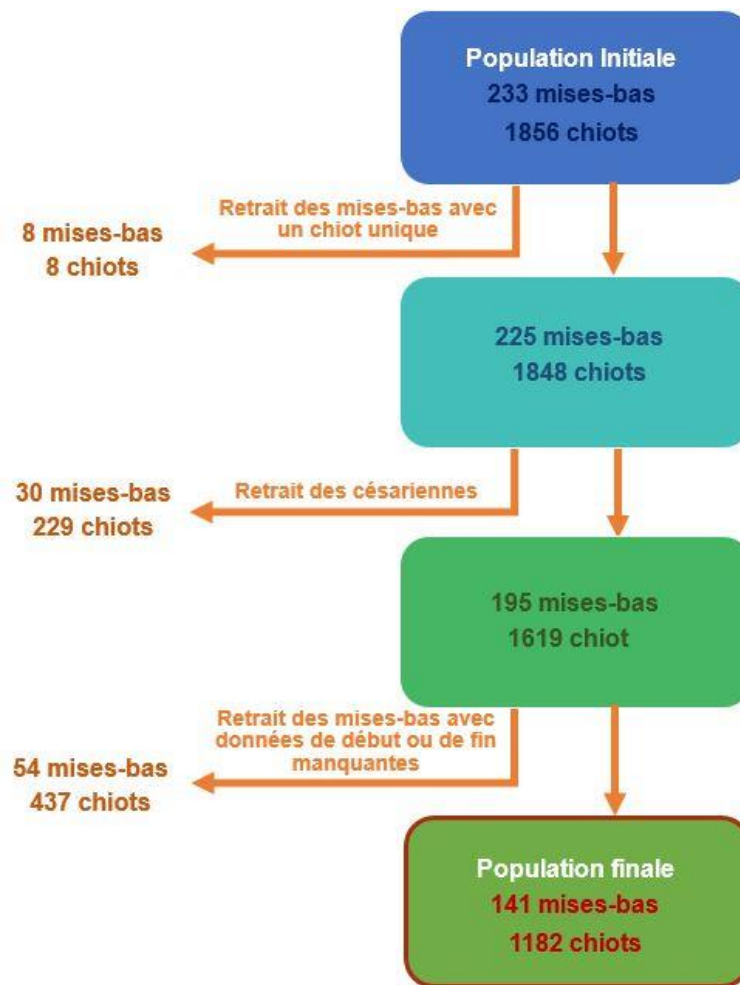


Figure 6 : Diagramme de flux

(B) Caractéristiques des mères

Cette étude comprend un total de 73 mères différentes, âgées de 1,7 à 7,5 ans au moment de la mise-bas (médiane de 4,1 ans ; intervalle interquartile IQR : 2,4-5,4). Leur parité va de 0 à 4 (médiane de 1 ; IQR : 0-2).

(C) Caractéristiques des mises-bas

Les mises-bas ont lieu tout au long de l'année (Figure 7). Près de 20 % des mises-bas ont lieu en hiver, contre 30% au printemps (Figure 8), mais les différences entre les saisons ne sont pas significatives ($p > 0,05$). Les mises-bas démarrent à toute heure de la journée (Figure 9). Les trois quarts des mises-bas débutent le jour (entre 6h et 22h), mais il n'y a pas de différence significative entre le jour et la nuit lorsque l'on considère le nombre moyen de mise-bas par heure ($p > 0,05$).

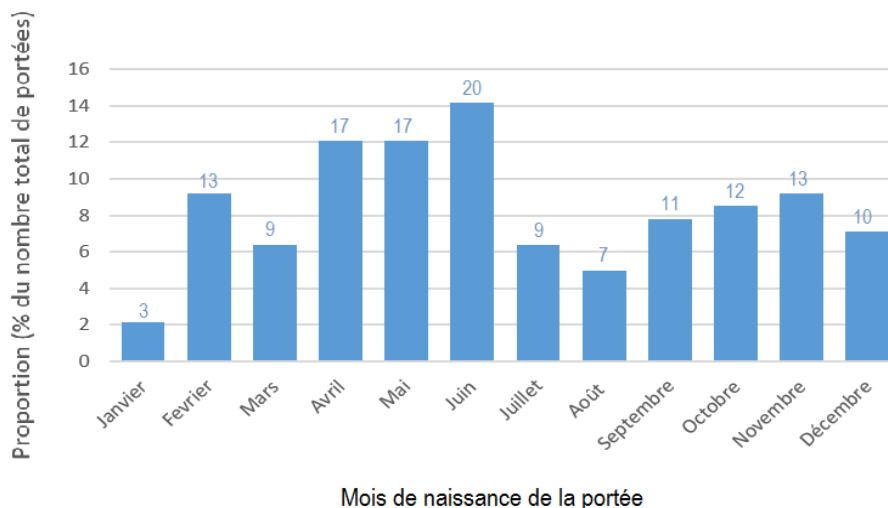
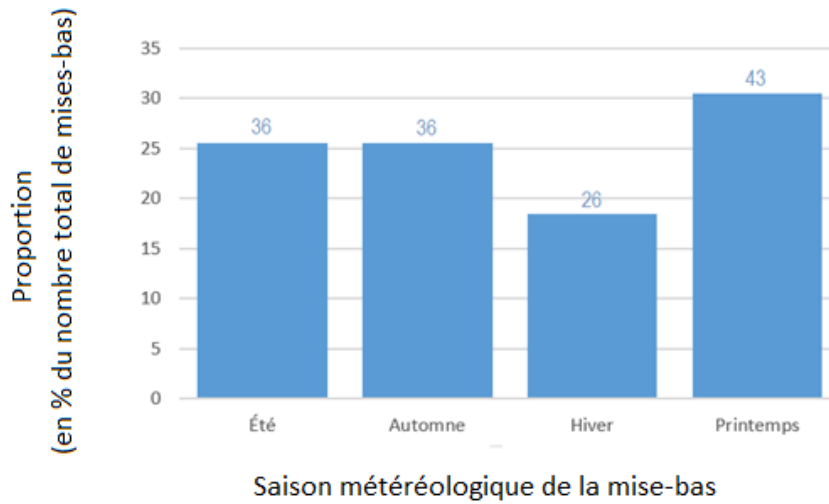


Figure 7 : Distribution du mois de la mise-bas (n = 141 mises-bas)

Le chiffre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de mises-bas.



**Figure 8 : Distribution de la saison météorologique de la mise-bas
(n = 141 mises-bas)**

Le chiffre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de mises-bas.

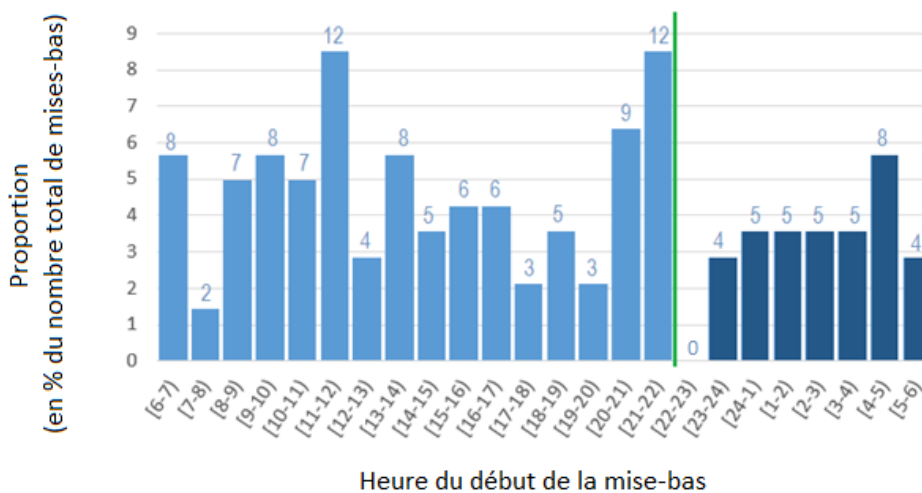


Figure 9 : Distribution de l'heure de la mise-bas (n = 141 mises-bas)

*Le chiffre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de mises-bas.
Le trait vert sépare les heures du jour (à gauche) des heures de la nuit (à droite).*

(D) Caractéristiques des chiots

L'étude totalise 1182 chiots, avec un sex ratio de 1,0 (600 femelles pour 582 mâles).

II/ Durée totale de la mise-bas

(A) Valeurs de la durée totale de la mise-bas

La durée totale de la mise-bas est en moyenne de $6,2 \pm 3$ heures ($\bar{X} \pm$ SD). La répartition de ces durées tend vers la normalité (Figure 10). Sur les 141 mises-bas, 91% d'entre elles ont une durée comprise entre 2 et 10 heures. Des valeurs extrêmes sont cependant présentes, avec notamment deux mises-bas ayant duré plus de 18 heures. La mise-bas la plus courte a duré 54 min, tandis que la plus longue s'est étalée sur un total de 20 heures.

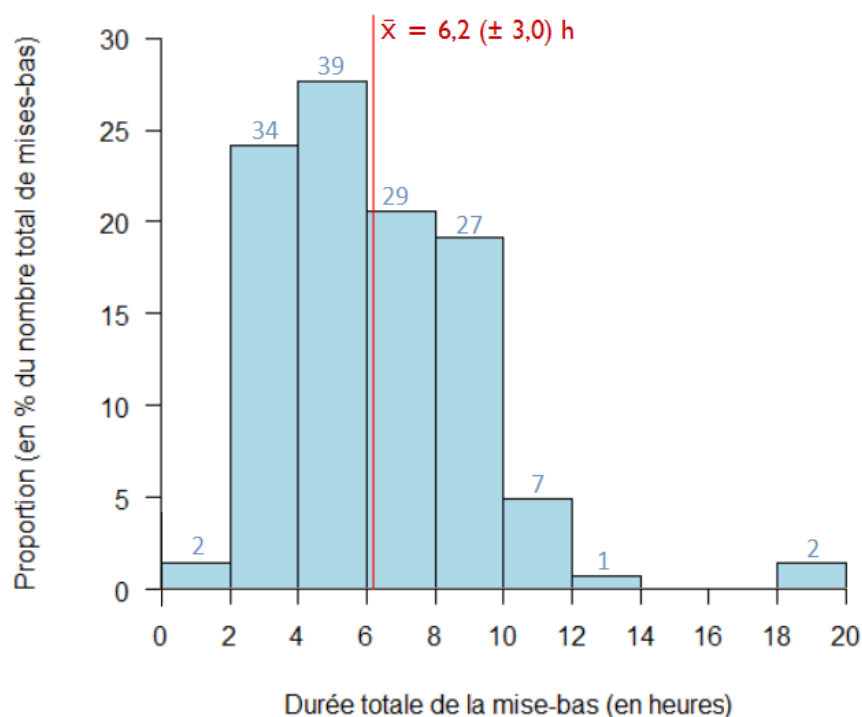


Figure 10 : Distribution de la durée totale de la mise-bas (n = 141 mises-bas)

Le chiffre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de mises-bas. Le trait rouge correspond à la moyenne.

(B) Facteurs de variation de la durée de la mise-bas

Aucun effet de l'âge et de la parité de la mère, du moment de la mise-bas, de la saison de la mise-bas, du sex ratio de la portée, de l'hétérogénéité de la portée ni du taux de mortinatalité dans la portée n'ont été mis en évidence ($p > 0,2$ dans l'analyse bivariée).

Pour rappel, le modèle multivarié final est le suivant :

Durée de mise-bas ~ [poids mère + taille de portée + présence de mort-nés + effet aléatoire de la mère]

Il explique 56% de la variabilité de la durée totale de mise-bas.

1/ Le poids de la mère

L'étude porte sur une unique race qu'est le Labrador retriever, les poids des mères sont assez homogènes et vont de 24,2 kg à 42,4 kg, avec une médiane de 28,0 kg et 50% des poids compris entre 27,0 et 30,0 kg.

L'analyse du paramètre « poids de la mère » dans le modèle multivarié a révélé qu'il n'avait aucun effet significatif ($p > 0,05$).

2/ La taille de la portée

La taille de portée médiane est de 9 chiots (IQR : 7-10 chiots). Les mises-bas avec un chiot unique ont été retirées de l'étude. La plus petite portée est donc de 2 chiots, la plus grande en comptabilise 13.

La durée totale de la mise-bas varie de manière significative avec la taille de la portée ($p < 0,001$). De manière générale, la durée totale de mise-bas augmente avec la taille de la portée (Figure 11). Cependant, les deux paramètres ne sont que faiblement corrélés ($r^2 = 0,15$). La comparaison des différentes taille de portée 2 à 2 permet de dégager une tendance : la durée de la mise-bas augmente pour les portées de 3 à 6 chiots, puis se stabilise autour de 6 à 8 heures pour les portées de 7 à 13 chiots. Les deux mises-bas les plus longues, d'environ 20 heures, ne sont pas celles avec la plus grande taille de portée (portées de 9 chiots).

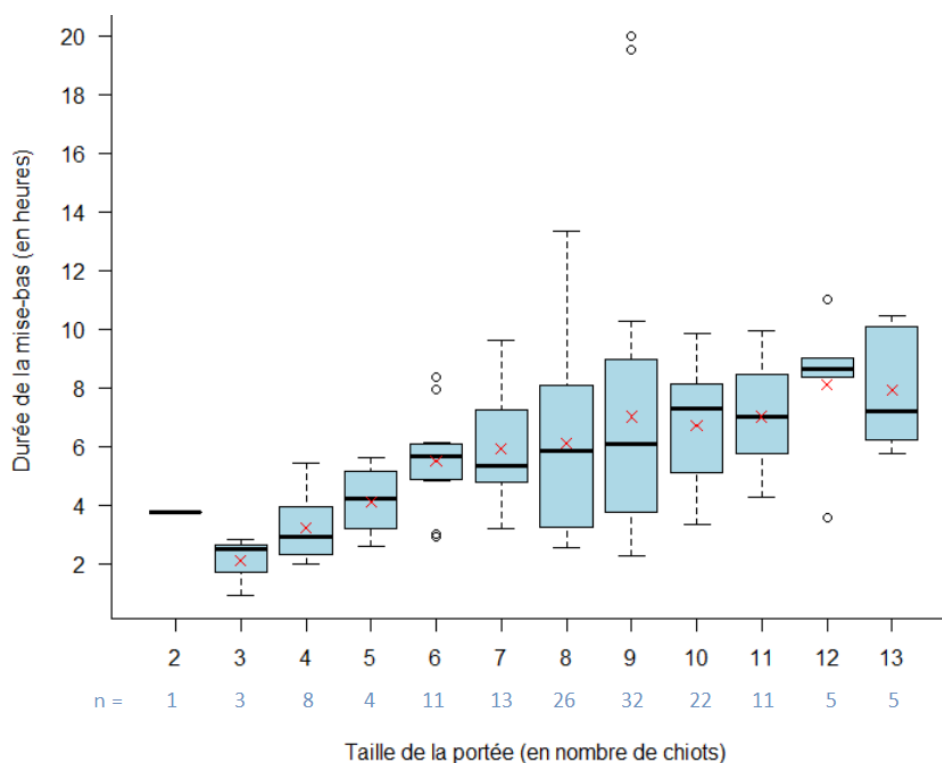


Figure 11 : Influence de la taille de la portée sur la durée totale de la mise-bas (n = 141 mises-bas)

L'ensemble des valeurs sont toutes comprises entre les deux bornes du boxplot, sauf les valeurs extrêmes représentées par des points. La longueur du rectangle correspond à l'intervalle interquartile, le trait en gras correspond à la médiane (ceci est valable pour tous les boxplots suivants). Les croix rouges représentent les moyennes. Les nombres indiqués sous l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs.

3/ La présence ou non de mort-nés dans la portée

Dans la population étudiée, un quart des mises-bas comprend au moins un chiot mort-né (35 mises-bas sur 141), pour un total de 48 mort-nés (taux de mortinatalité de 4,1%). Il y a alors dans ces portées entre un et trois mort-nés, avec une moyenne de $1,4 \pm 0,7$ mort-né par mise-bas. La moitié des mises-bas avec chiot(s) mort-né(s) en compte plusieurs.

Les mises-bas durent $7,9 \pm 3,6$ heures pour les portées avec au moins un mort-nés (n = 35 portées), contre $5,7 \pm 2,5$ heures pour les portées dont tous les chiots sont nés vivants (n = 106 portées, $p < 0,01$, Figure 12). La présence d'au moins un mort-né est donc synonyme d'une durée de mise-bas plus longue. La proportion de mises-bas avec présence de mort-né augmente en effet avec la durée de mise-bas (Figure 13). Le risque de présenter au moins un mort-né

semble augmenter fortement au-delà de 6 heures de mise-bas : la proportion de mise-bas avec mort-né est de 39% pour les mises-bas de plus de 6 heures (n = 75 mises-bas), contre 12% pour les mises-bas de moins de 6 heures (n = 66).

L'analyse ROC (Figure 14) a permis d'identifier un seuil de durée totale de mise-bas de 6 heures et 20 minutes, avec une sensibilité de 74% et une spécificité de 67% (AUC de 0,710 donc supérieure à 0,70, avec un intervalle de confiance à 95 % ou IC95 de [0,614 – 0,806]) pour la présence d'au moins un chiot né mort dans la portée. Le risque d'obtenir une portée avec au moins un mort-né est en effet multiplié par 3,38 (intervalle de confiance IC95 de 1,76 à 6,48) lorsque la durée de mise-bas dépasse ce seuil : le pourcentage de portées avec mort-né passe de 12,3% à 41,6%. La valeur prédictive positive (VPP) est alors de 43%.

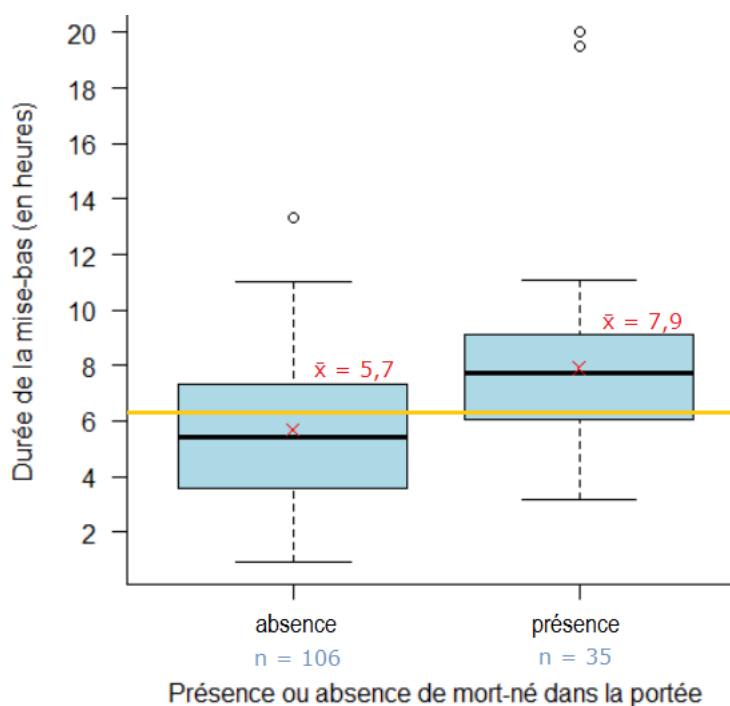


Figure 12 : Durée totale de la mise-bas en fonction de la présence ou absence de mort-né (141 mises-bas)

Les valeurs en rouge correspondent aux moyennes, celles en bleu correspondent au nombre de portées. La droite en orange correspond au seuil de durée de mise-bas déterminé par les analyses ROC.

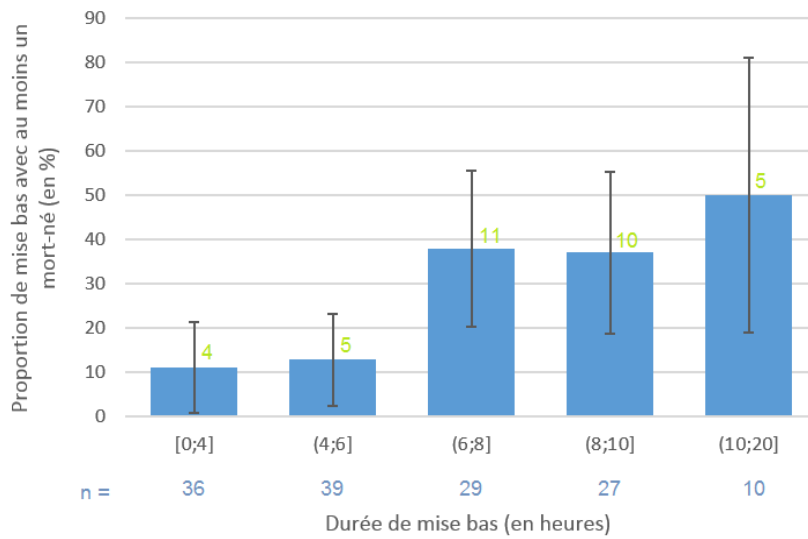


Figure 13 : Proportion de mise-bas avec mort-né par rapport à la durée de mise-bas (n = 141 mises bas)

Les effectifs en bleus sous les barres correspondent aux nombres de mise-bas pour chaque classe, les effectifs en vert au-dessus des barres correspondent aux nombres de mises-bas avec mort-né. Les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance à 95% (valeur positive et négative).

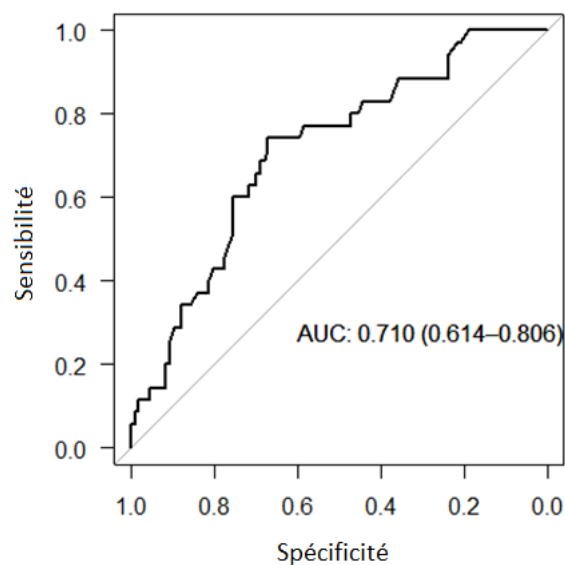


Figure 14 : Courbe ROC pour la détermination du seuil critique de durée totale de la mise-bas vis-à-vis du risque d'obtenir un ou des mort-nés dans la portée (n = 141 mises bas)

(C) Relation entre la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance

La durée de la mise-bas augmente de façon concomitante avec le délai de naissance des chiots de la portée ($p < 0,05$). La moyenne du délai de naissance (toutes mises-bas confondues) passe en effet de 30 min pour les mises-bas de 0 à 4 heures ($n = 213$ chiots), à 88 minutes pour les mises-bas de plus de 10 heures (Figure 15, $n = 83$ chiots). La variabilité du délai de naissance augmente également avec la durée de la mise-bas : plus la mise-bas est longue, plus il y a des délais de naissance longs, mais des délais de naissance courts sont possibles quelle que soit la durée de la mise-bas.

Si le délai de naissance moyen de chaque portée est considéré en fonction de la durée de la mise-bas correspondante, la tendance est la même : les deux augmentent conjointement (Figure 16).

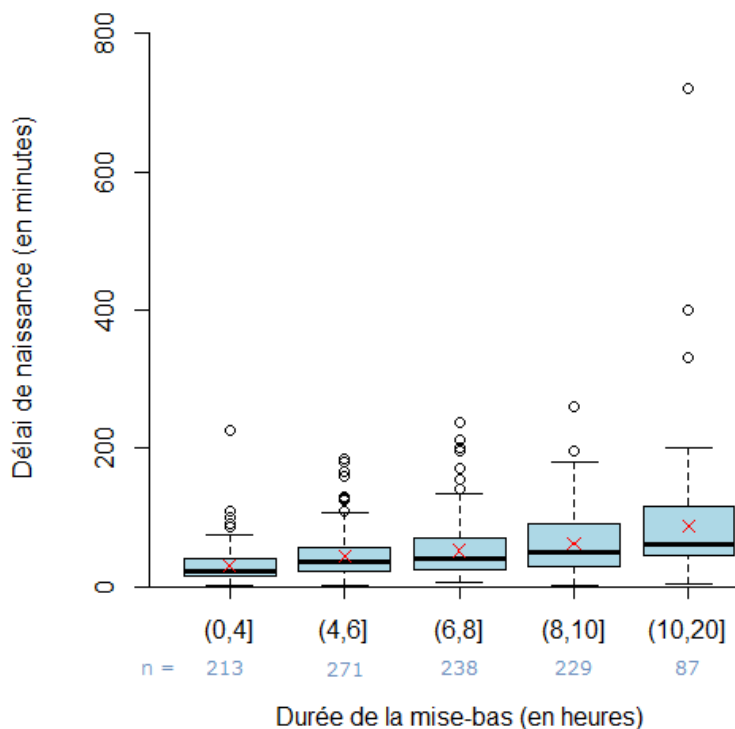


Figure 15 : Relation entre la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance (n = 1038 chiots)

Les nombres en dessous de l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les croix rouges correspondent aux moyennes.

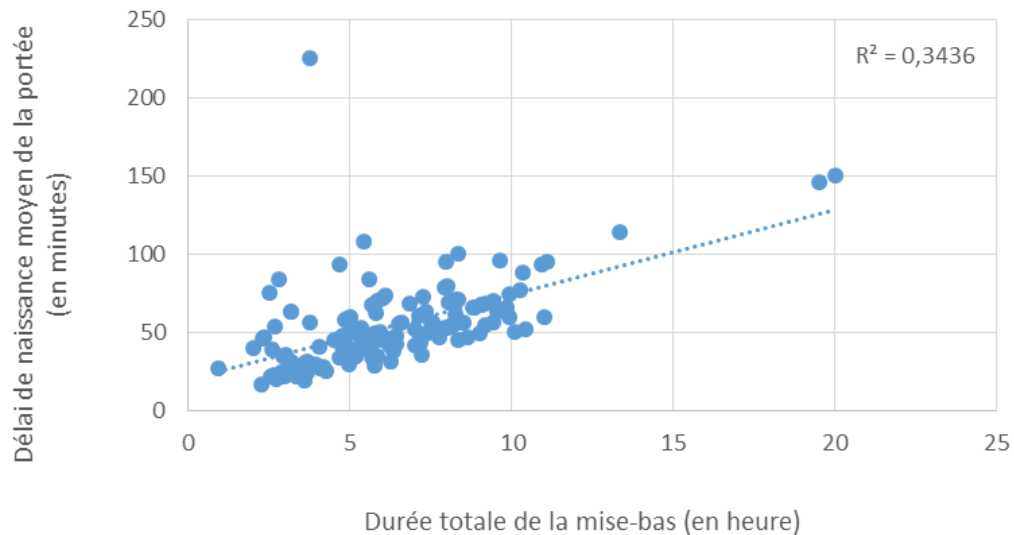


Figure 16 : Relation entre le délai de naissance moyen par portée et la durée totale de la mise-bas (n = 140 portées)

Chaque point bleu correspond à une portée.

(D) Conséquences sur la mortalité néonatale

1/ Description de la mortalité néonatale

a) Intra-portée

Dans la population étudiée, une mise-bas sur cinq compte au moins un chiot mort entre J0 et S3 (hors mort-nés, 30 mises-bas sur 141, Figure 17 A). Il y a alors entre un et cinq morts par portée, avec une moyenne de $1,6 \pm 1,2$ morts par mise-bas (parmi les mises bas comportant au moins un chiot mort pendant cette période). Sur les mises-bas comportant au moins un chiot né vivant puis mort entre J0 et S3, presque un tiers comporte plusieurs chiots morts (9 mises-bas sur 30).

La quasi-totalité des portées (95% d'entre elles, Figure 17 B) ont une mortalité néonatale inférieure à 20%, avec un taux minimal de 0% (pour 79% des portées) et maximal de 63%.

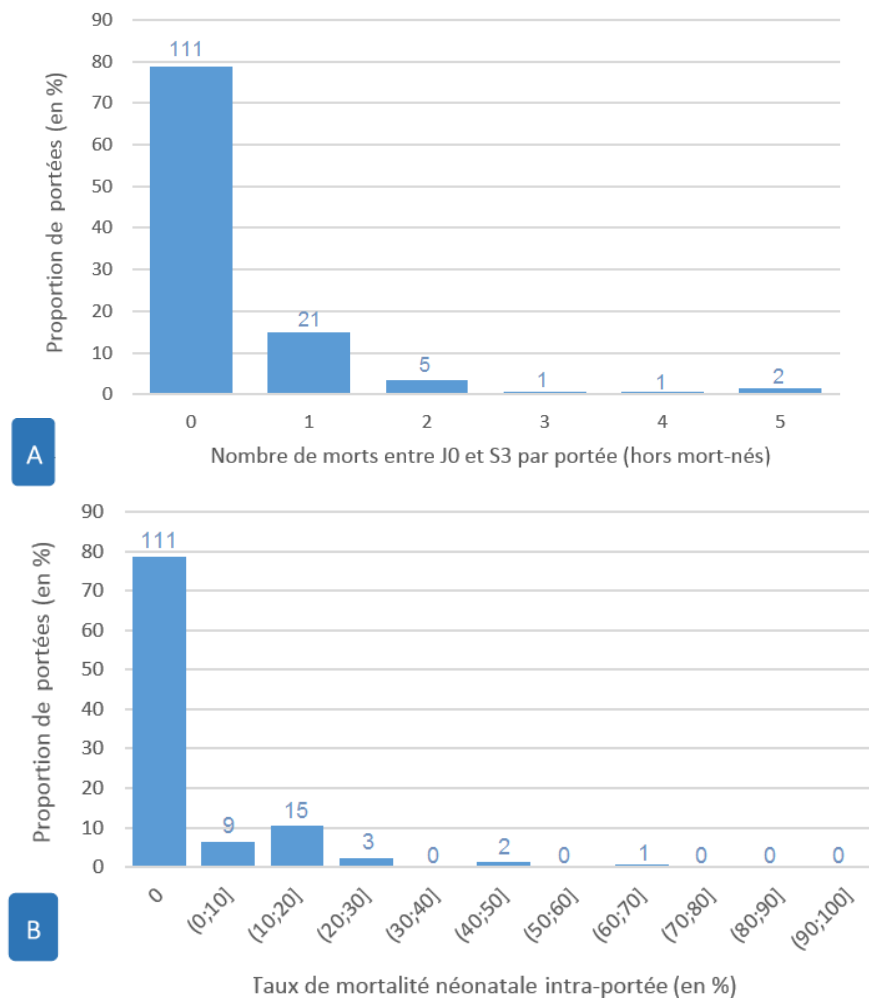


Figure 17 : Nombre de chiots nés vivants puis morts entre J0 et S3 par portée (A) et taux de mortalité néonatale intra-portée (B) (n = 141 portées)

Les effectifs au-dessus de chaque barre correspondent au nombre de mises bas concernées.

b) A l'échelle de la population de chiots

Au total, 15 chiots sont morts entre J0 et J2 sur les 1134 nés vivants. Le taux de mortalité sur les deux premiers jours de vie (hors mortinatalité) est ainsi de 1,3%. Cela représente près d'un tiers des chiots morts entre J0 et S3 (n = 48 chiots).

Le taux de mortalité néonatale total est de 4,2%, pour 48 chiots morts entre J0 et S3, sur les 1134 nés vivants. La répartition de la mortalité sur les 3 premières semaines de vie est présentée Tableau 2.

Tableau 2 : Répartition de la mortalité sur la période néonatale (entre J0 et S3) et mortinatalité

Période de vie	Nombre de morts sur la période	Taux de mortalité (sur le nombre de chiots vivants en début de période)	Nombre de portées avec au moins un mort sur la période	% de portées avec au moins un mort sur la période (sur 141)
Mort-nés	48	4,0 % (sur 1182)	35	25%
J0-J2	15	1,3 % (sur 1134)	12	9%
J3-J7	22	2,0 % (sur 1119)	15	11%
J8-S3	11	1,0 % (sur 1097)	8	6%
J0-S3	48	4,2 % (sur 1134)	30	21%

2/ Effet de la durée de mise-bas

Les analyses statistiques montrent qu'une augmentation de la durée totale de la mise-bas n'a pas d'effet sur la présence d'au moins un chiot mort entre J0 et S3 dans la portée (mort-nés exclus), ni sur le taux de mortalité intra-portée sur cette période ($p > 0,05$ pour les deux, mortinatalité exclue).

La durée de mise-bas n'influence pas non plus le statut (mort ou vivant) d'un chiot né vivant, entre J0 et J2, ni entre J0 et S3 ($p > 0,05$ pour chaque).

Aucune relation n'est retrouvée non plus entre la durée totale de la mise-bas et le taux de mortalité néonatale à l'échelle de la population de chiots (sur les intervalles J0-J2 et J0-S3, $p > 0,05$ pour chaque).

(E) Conséquences sur la croissance néonatale

1/ Description de la croissance néonatale

a) Gain total de poids d'une portée entre J0 et J2

Le gain total de poids d'une portée est en moyenne de 287 ± 239 grammes, avec un minimum de -370 grammes, et un maximum de 850 grammes. Trois portées ont un gain nul et 9 portées, soit 6% des portées, ont perdu du poids entre J0 et J2.

b) Taux de croissance du chiot entre J0 et J2

Sur les 1123 chiots encore vivants au bout de 2 jours de vie, 262 ont perdu du poids (taux de croissance négatif), soit 23% des chiots. Le taux de croissance moyen des chiots entre J0 et J2 est de $+7,6 \pm 9,7$ % (minimum : -22,9% ; maximum : 48,0%). Un peu plus de 80% des chiots ont un taux de croissance compris entre -4% et +20%.

c) Taux de croissance du chiot entre J2 et J7

Le taux de croissance moyen du chiot entre J2 et J7 est de $+60 \pm 17$ % (minimum : -7,6% ; maximum : +111%). Environ 80% des chiots ont un taux de croissance compris entre +40 et +60 %. Seulement 4 chiots sur les 1097 toujours vivants à J7 ont un taux de croissance négatif.

d) Taux de croissance du chiot entre J7 et S3

Le taux de croissance moyen du chiot entre J7 et S3 est de $+126 \pm 25$ % (minimum : 44% ; maximum : 245%). Environ 80 % des chiots ont un taux de croissance compris entre +100 et +160 % (n = 1066 chiots). Aucun chiot n'a de taux de croissance négatif.

2/ Effet de la durée de mise-bas

a) Gain total de poids dans la portée entre J0 et J2

Une variation de la durée totale de mise-bas a un effet significatif sur le gain total de poids dans la portée ($p < 0,05$). Une mise-bas plus longue a tendance à être associée à un gain total de poids moins important qu'une mise-bas plus courte (Figure 18). Cependant, les deux paramètres ne sont que faiblement corrélés ($r^2 = 0,12$). En parallèle, la taille de la portée n'a pas d'effet significatif sur le gain total de poids dans la portée entre J0 et J2 ($p > 0,05$)

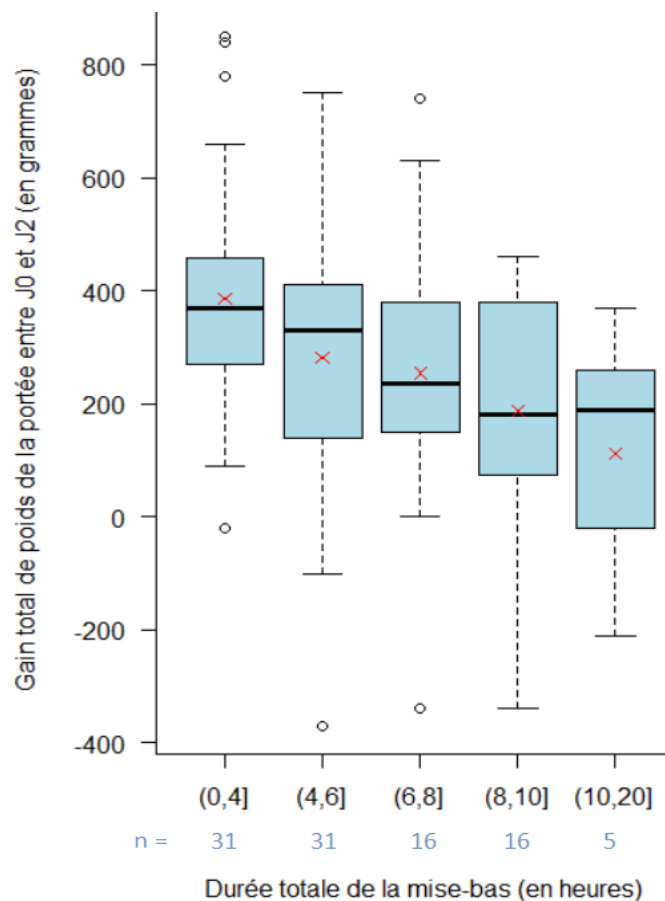


Figure 18 : Gain total de poids dans la portée entre J0 et J2 en fonction de la durée de la mise-bas (n = 99 mises-bas)

Les nombres sous l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les croix rouges correspondent aux moyennes.

b) Taux de croissance du chiot entre J0 et J2

L'augmentation de la durée totale de la mise-bas a un effet significatif sur le taux de croissance entre J0 et J2, qu'il soit considéré qualitativement (positif ou négatif) ou quantitativement ($p < 0,001$ pour les deux). Les chiots provenant d'une mise-bas plus longue ont une croissance plus faible que les autres chiots (Figure 19 A) : pour les mises-bas durant de 0 à 4 heures, le taux de croissance moyen des chiots est de 12,5 %, contre 2,3 % pour les mises-bas ayant duré 10 à 20 heures. La proportion de chiots qui ont perdu plus de 4% de leur poids durant les deux premiers jours de vie augmente avec la durée totale de la mise-bas et passe de 3,7% pour les mises-bas de moins de 4 heures (n = 242 chiots) à 27% pour les mises-bas de plus de 10 heures (n = 89, Figure 20 A).

Les analyses ROC n'ont pas permis d'identifier de seuil de durée totale de mise-bas pour lequel le risque d'avoir un taux de croissance entre J0 et J2 inférieur à -4% augmente significativement (AUC < 0,70).

c) Taux de croissance du chiot entre J2 et J7

L'augmentation de la durée totale de la mise-bas a un effet significatif négatif sur le taux de croissance entre J2 et J7 ($p < 0,001$) : plus la mise-bas est longue, plus le taux de croissance du chiot entre J2 et J7 est faible (Figure 19 B). Le taux de croissance passe de 65% de moyenne pour les mises-bas de 0 à 4 heures, à 56% pour les mises-bas de 10 à 20 heures. La proportion de chiots ayant un taux de croissance inférieur à 50% (premier quartile du taux de croissance entre J2 et J7), augmente avec la durée de mise-bas et passe de 19% pour celles de moins de 4 heures, à 32% pour celles durant plus de 10 heures (Figure 20 B). La diminution du taux de croissance entre J2 et J7 avec la durée totale de la mise-bas est cependant moins flagrante que celle du taux de croissance entre J0 et J2 : au-delà de 6 heures de durée de mise-bas, le taux de croissance moyen stagne lorsque les catégories de durée sont comparées 2 à 2.

Comme pour le taux de croissance entre J0 et J2, les analyses ROC n'ont pas permis d'identifier de seuil de durée totale de mise-bas pour lequel le risque d'avoir un taux de croissance entre J2 et J7 inférieur à 50% augmente significativement (AUC < 0,70).

d) Taux de croissance du chiot entre J7 et S3

Une variation de la durée totale de la mise-bas a un effet significatif sur le taux de croissance entre J7 et S3 ($p < 0,001$). Cependant, l'analyse statistique des catégories de durées de mise-bas deux à deux montre que seuls les chiots issus de mises-bas de durée extrême (entre 10 et 20 heures, $n = 84$ chiots) ont un taux de croissance significativement différent des autres. Le taux de croissance des chiots issus de mises-bas durant 10 à 20 heures est alors plus élevé, avec une moyenne de 149%, contre une moyenne de 124% pour les autres (Figure 19 C).

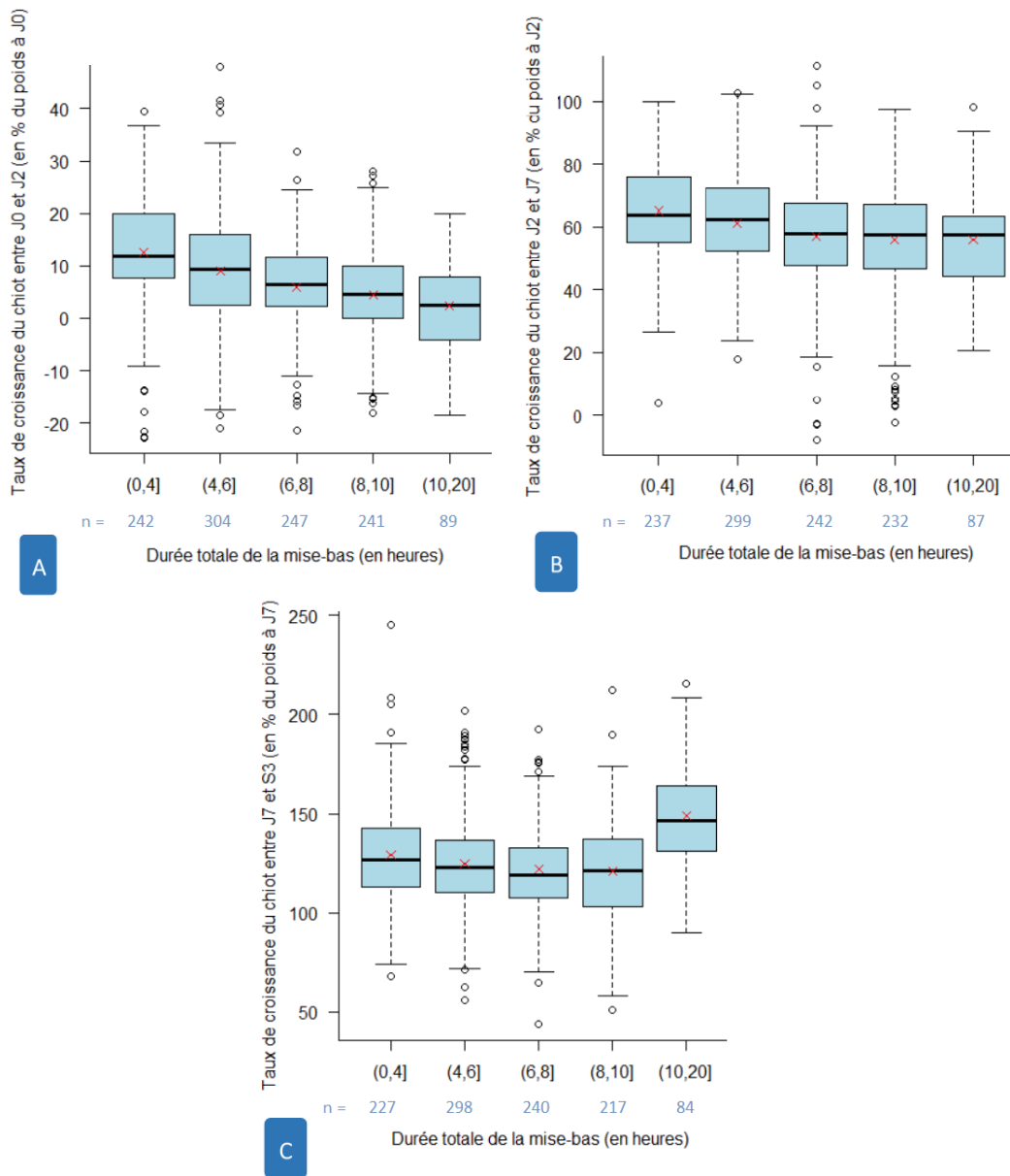


Figure 19 : Taux de croissance du chiot en fonction de la durée de mise-bas
 A) Entre J0 et J2 (n = 1123 chiots) ; B) Entre J2 et J7 (n = 1097 chiots) ; C) Entre J7 et S3 (n = 1066 chiots)

Les nombres sous l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les croix rouges correspondent aux moyennes.

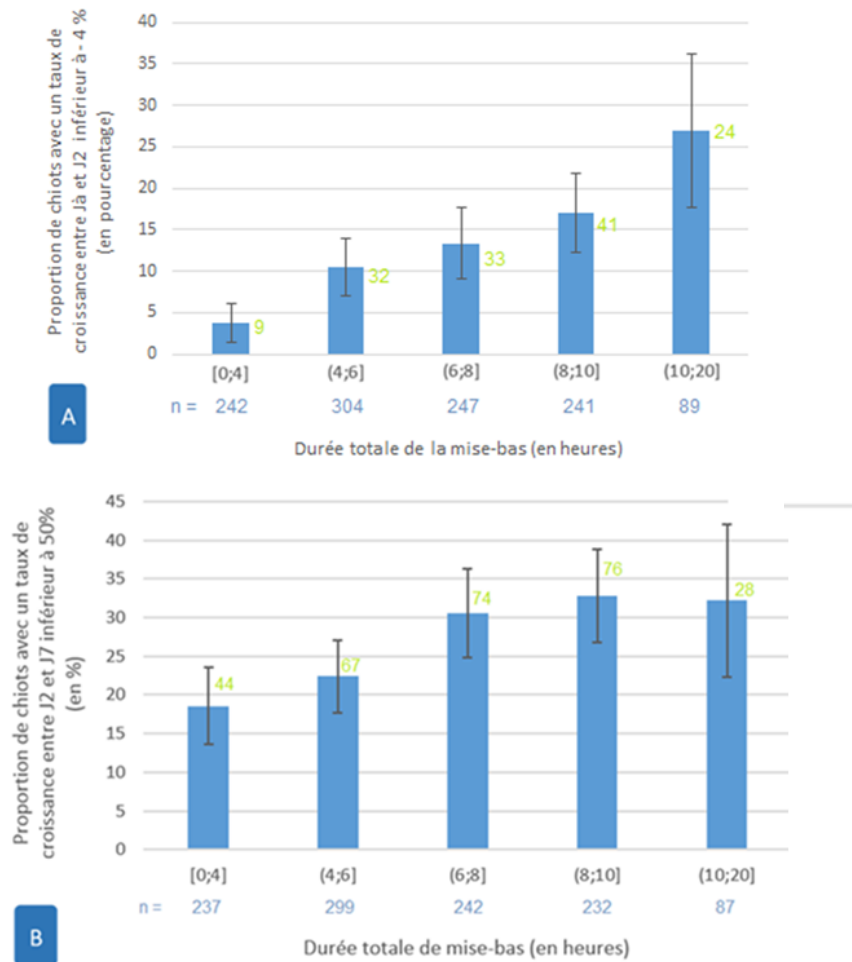


Figure 20 : Proportion de chiots avec un taux de croissance entre J0 et J2 inférieur à - 4% (A, n = 1123 chiots), avec un taux de croissance entre J2 et J7 inférieur à 50% (B, n = 1097 chiots) en fonction de la durée totale de mise-bas

Les nombres en bleu sous les barres correspondent aux différents sous-effectifs. Les nombres au-dessus de chaque barre correspondent aux nombres de chiots concernés. Les barres d'erreur sont les intervalles de confiance à 95% (positif et négatif).

III/ Le délai de naissance

(A) Valeurs du délai de naissance

Le délai de naissance est en moyenne de 50 ± 46 minutes. Sur les 1038 chiots inclus dans l'analyse (tous les chiots de l'étude sauf le premier né de chaque mise-bas), 82% d'entre eux ont un délai de naissance inférieur à 80 minutes. Il existe cependant des délais de naissance très longs, avec notamment 7 délais de naissance entre 3h20 et 7 heures et un chiot né 12 heures après le précédent (Figure 21) mais le délai le plus long donnant naissance à un chiot vivant est de 5h30 heures. Le délai de naissance le plus court est de 1 minute.

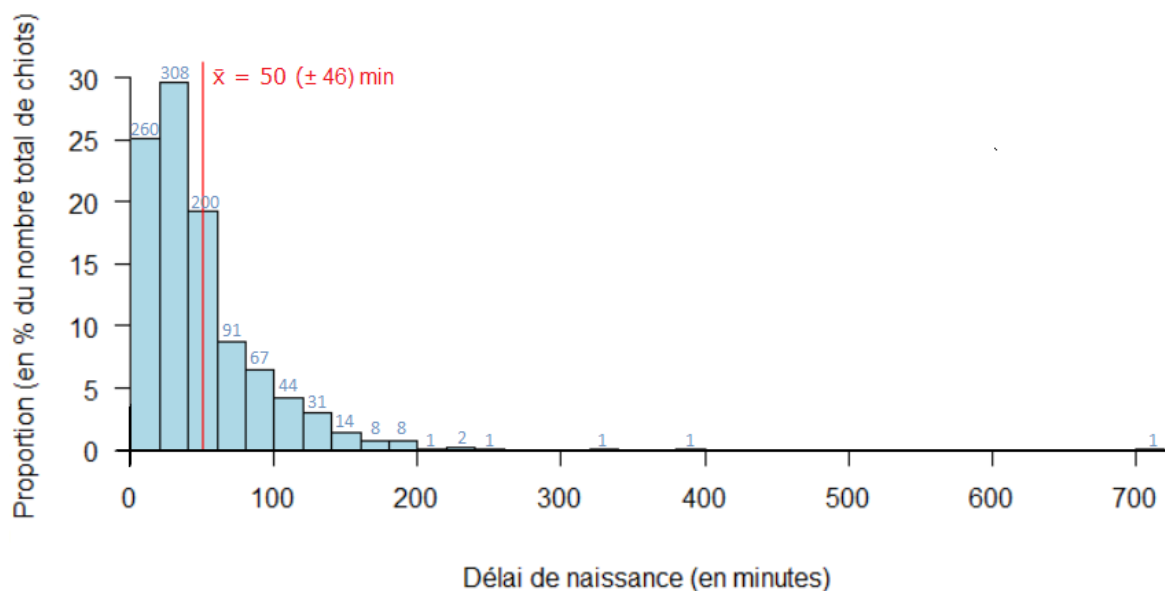


Figure 21 : Distribution du délai de naissance (n = 1038 chiots)

Le nombre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de chiots. Le trait rouge correspond à la moyenne.

(B) Hétérogénéité des délais de naissance intra-portée

Le coefficient de variation du délai de naissance dans une portée varie de 0% (portée de 3 chiots pour laquelle les deux délais de naissance sont identiques) à 154% : cette portée de 9 chiots comprend le délai de naissance le plus long (12 heures pour un chiot né mort) mais aussi des délais assez court, le plus court étant de 30 min. Le coefficient de variation moyen est de $64 \pm 24\%$ et 72% des portées ont un coefficient de variation compris entre 40 et 80% (Figure 22). En moyenne, dans une portée, il y a 93 minutes de différence entre le délai de naissance le plus court et celui le plus long.

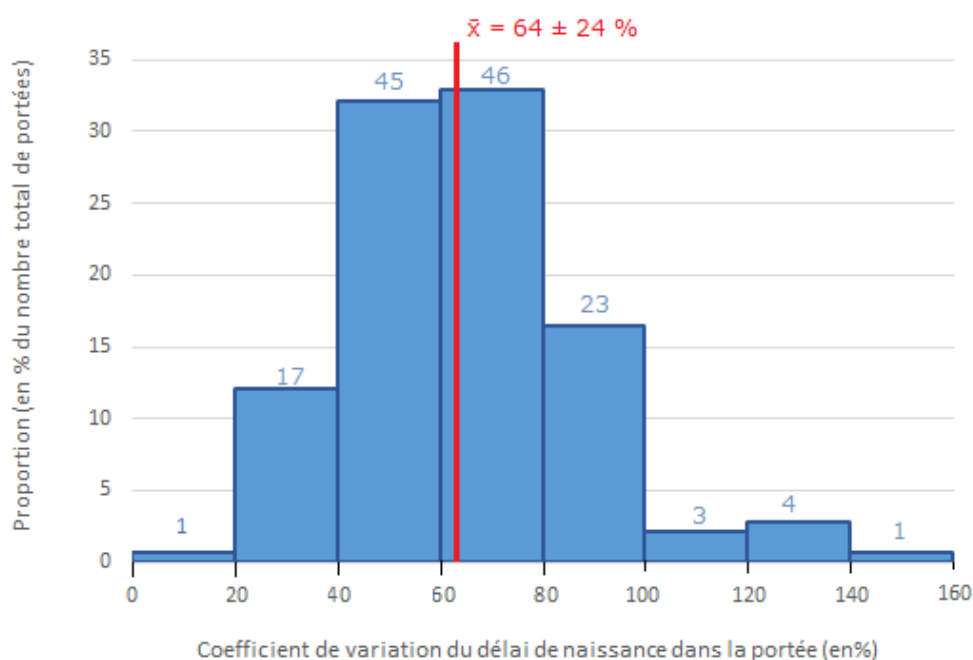


Figure 22 : Hétérogénéité du délai de naissance au sein de la portée (n = 140 mises-bas)

Le nombre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de portées. Le trait rouge correspond à la moyenne.

(C) Facteurs de variation du délai de naissance

Aucun effet du statut du chiot de rang immédiatement inférieur et de la saison de la mise-bas n'a été mis en évidence ($p > 0,2$ dans l'analyse bivariée).

Pour rappel, le modèle multivarié pour le délai de naissance est le suivant :

Log(1+Délai de naissance) ~ [âge mère + poids mère + taille de portée + période de mise-bas + sexe + statut mort-né + rang de naissance + poids de naissance + différence avec poids d'avant + effet aléatoire de la mère]

Ce modèle explique 25% de la variabilité du délai de naissance.

1/ Paramètres intrinsèques à la mère

L'âge de la mère et le poids de la mère n'ont aucun effet significatif sur les délais de naissance ($p > 0,2$).

2/ Paramètres intrinsèques à la mise-bas/portée

a) Taille de la portée

Comme pour la durée totale de la mise-bas, la taille de la portée a un effet significatif sur le délai de naissance ($p < 0,05$). Il semble que plus la taille de la portée est grande, plus les chiots naissent avec un délai de naissance court (Figure 23). En effet, pour des petites tailles de portée (2, 3 ou 4 chiots), le délai de naissance moyen est de 69 ± 51 min ($n = 31$ chiots, 12 portées), alors que pour des grandes portées (12 ou 13 chiots), le délai moyen est de 42 ± 29 min ($n = 115$ chiots, 10 portées), soit près de 30 minutes de moins. Le rythme d'expulsion des chiots semble ainsi plus soutenu quand la taille de la portée est plus importante.

Cependant, même si les analyses globales sont revenues significatives et si les valeurs semblent aller en faveur d'un raccourcissement du délai de naissance avec la taille de la portée, le test de comparaison des différentes tailles de portée deux à deux ne permet pas de mettre en évidence de réelle tendance (Figure 23).

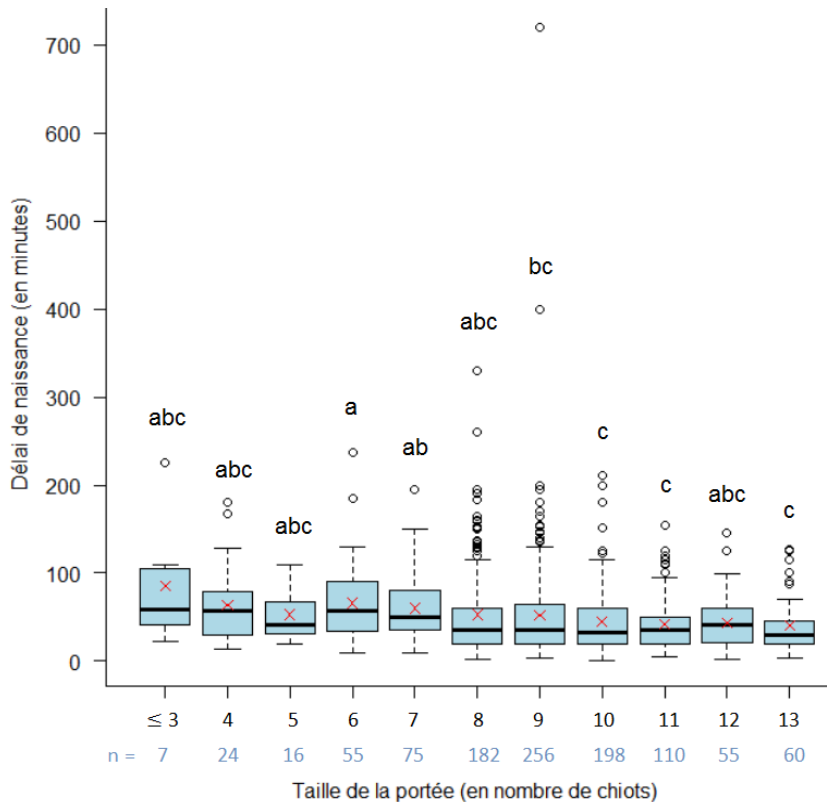


Figure 23 : Influence de la taille de la portée sur le délai de naissance (n = 1038 chiots)
 Les nombres en dessous de l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les croix rouges correspondent aux moyennes. Deux boxplots portant la même lettre ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$).

b) Période de la mise-bas

La période de la mise-bas (jour ou nuit) n'a pas d'influence sur le délai de naissance selon les analyses multivariées ($p > 0,5$).

3/ Paramètres propres aux chiots

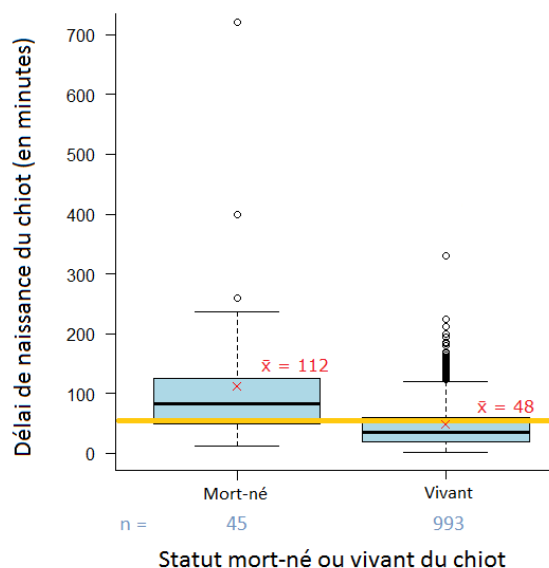
a) Sexe

La population de chiots ayant une information quant à leur délai de naissance comprend 532 femelles pour 506 mâles. Le sexe du chiot n'a aucun effet significatif sur son délai de naissance ($p > 0,5$).

b) Statut (mort-né ou non) du chiot à la naissance

Sur les 1038 chiots, 45 sont nés morts, soit 4,3% d'entre eux. Les statistiques multivariées montrent que le statut mort-né ou non du chiot a un effet significatif sur son délai de naissance ($p < 0,05$). En effet, le délai de naissance moyen du chiot né vivant est de 48 ± 37 min, contre 112 ± 119 min pour les mort-nés (Figure 24). Le délai de naissance pour un chiot mort-né est ainsi en moyenne plus de deux fois supérieure à celui d'un chiot né vivant. Les deux délais de naissance les plus longs (de 400 et 720 minutes) correspondent à des chiots morts à la naissance. Plus le délai de naissance augmente, plus le risque que le chiot soit mort-né augmente : moins de 5% des chiots sont mort-nés lorsque leur délai de naissance est inférieur à 90 minutes, alors que près de 15% le sont lorsque le délai dépasse ces 90 minutes (Figure 25).

L'analyse ROC (Figure 24 et 26) a permis d'identifier un seuil de délai de naissance de 55 minutes pour le risque de mortinatalité, avec une sensibilité de 73% et une spécificité de 67% (AUC de 0,758 donc supérieure à 0,70, avec un IC95 de [0,683 – 0,833]). Le risque d'obtenir un chiot mort-né est en effet multiplié par 4,33 (IC95 de 2,36 à 7,93) lorsque le délai de naissance dépasse ce seuil : le pourcentage de chiots mort-nés passe de 2,1% à 9,1%. La valeur prédictive positive est alors de 9%.



**Figure 24 : Délai de naissance en fonction du statut du chiot à la naissance
(n = 1038 chiots)**

Les valeurs en bleu correspondent aux différents sous-effectifs, celles en rouge correspondent à la moyenne de chaque catégorie. La droite en orange correspond au seuil de délai de naissance déterminé par analyse ROC.

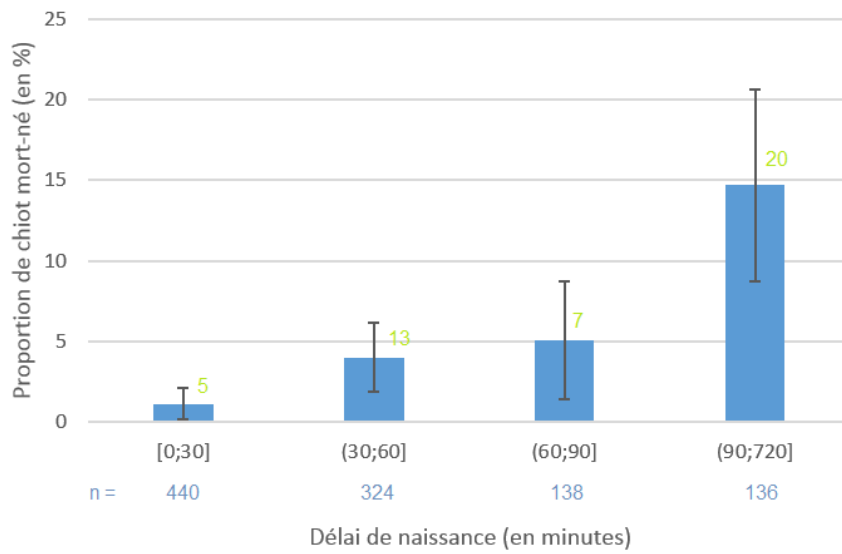


Figure 25 : Proportion de chiots mort-nés en fonction du délai de naissance (n = 1038 chiots)

Les nombres en dessous de l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les valeurs au-dessus de chaque barre correspondent au nombre de chiots concernés. Les barres d'erreur sont les intervalles de confiance à 95% (positifs et négatifs).

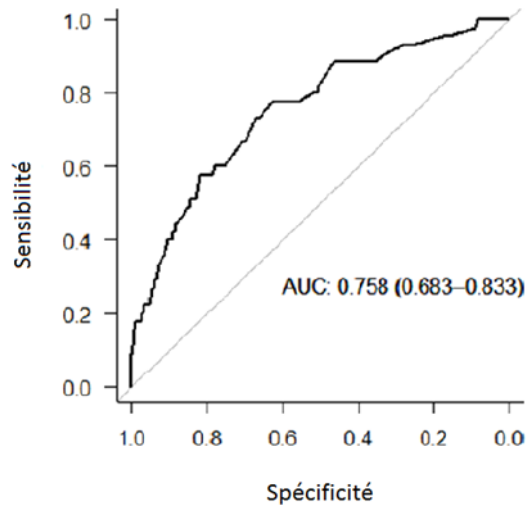


Figure 26 : courbe ROC pour la détermination du seuil critique de délai de naissance vis-à-vis du risque d'obtenir un chiot mort-né (B) (n = 1038 chiots)

c) Rang de naissance en proportion

Pour l'étude du délai de naissance, le rang de naissance a été transformé en proportion. Les rangs de naissance proches de 0 correspondent aux premiers nés, tandis que les rangs proches de 1 correspondent aux chiots nés en dernier. Les chiots nés en premier n'ont par contre par définition pas de délai de naissance, ils ne sont pas considérés ici.

Selon les statistiques multivariées, le rang de naissance a un effet significatif sur le délai de naissance ($p < 0,001$). Les délais de naissance augmentent progressivement avec le rang (Figure 27) : le délai de naissance passe de 41 ± 27 minutes pour les chiots nés dans le premier quart (rang $< 0,25$), à 81 ± 84 minutes pour le dernier chiot de chaque portée (rang $> 0,95$). Le délai de naissance moyen est ainsi doublé. De plus, plus le rang de naissance augmente, plus la variabilité du délai de naissance augmente et plus la proportion de délais de naissance longs augmente (Figure 28) : la proportion de délais de naissance supérieurs à 65 min (valeur correspondant au 3^e quartile) augmente avec le rang de naissance, passant de 12% (rangs $\leq 0,25$) à 45% (rangs $> 0,95$).

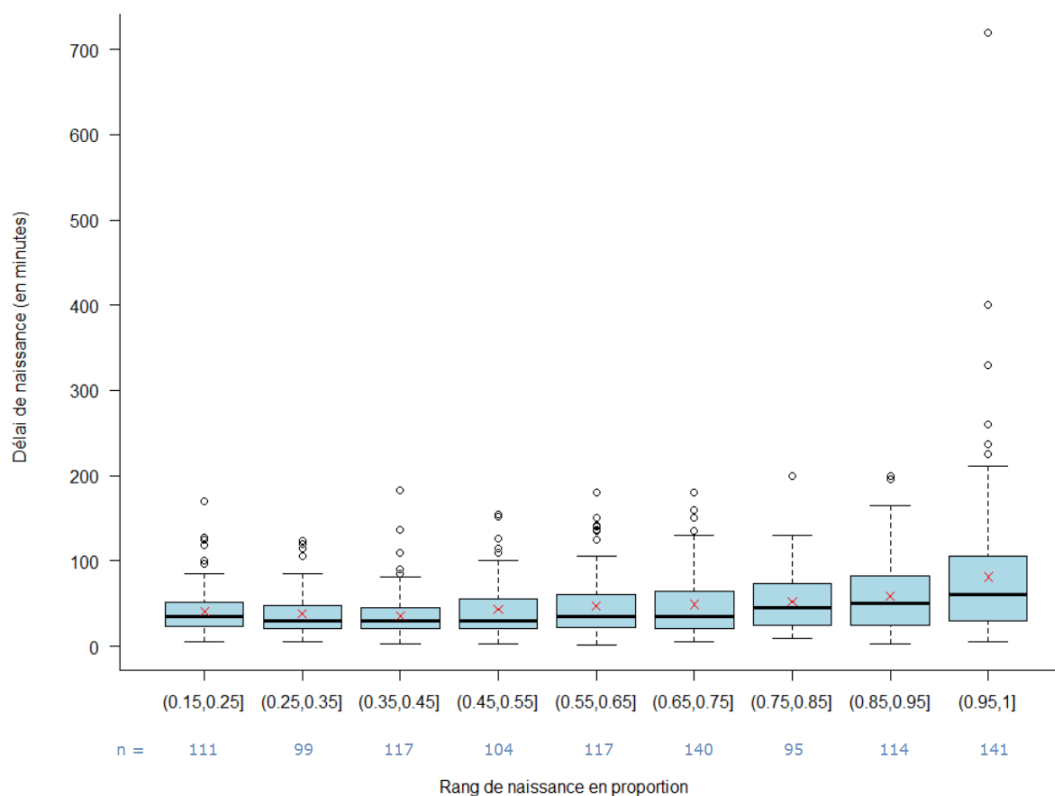


Figure 27 : Influence du rang de naissance sur le délai de naissance (n = 1038 chiots)

Les nombres en dessous de l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les croix rouges correspondent aux moyennes.

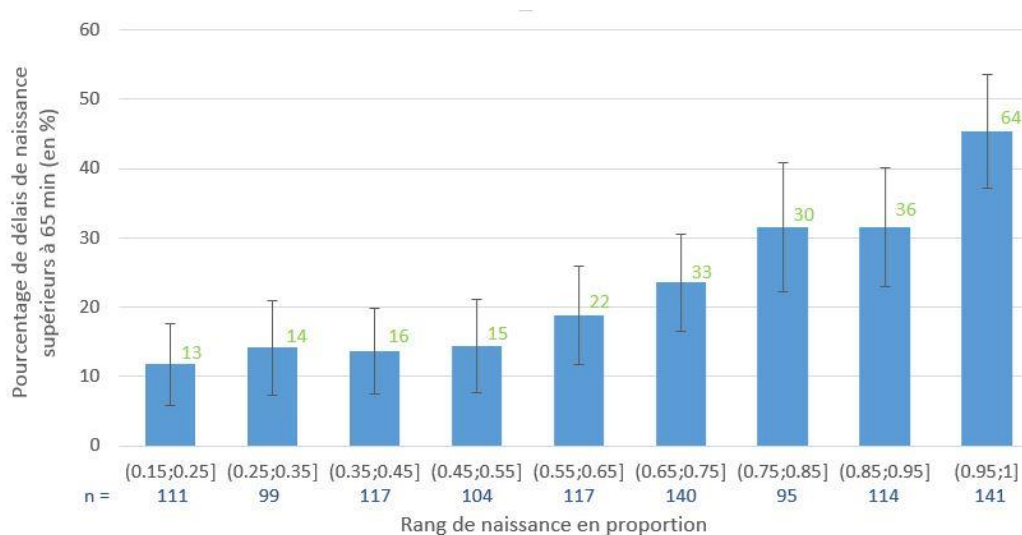


Figure 28 : Proportion de délai de naissance supérieur à 65 min en fonction du rang de naissance

Les nombres en dessous de l'axe des abscisses correspondent aux différents sous-effectifs. Les valeurs au-dessus de chaque barre correspondent au nombre de délais de naissance concernés. Les barres d'erreur sont les intervalles de confiance à 95% (positifs et négatifs).

d) Poids de naissance

Le poids de naissance moyen du chiot est de 407 ± 67 grammes. Sur les 1160 valeurs de poids de naissance disponibles, 87% d'entre elles sont comprises entre 300 et 500 grammes. Le plus petit poids de naissance est de 120 grammes et correspond au poids d'un chiot mort-né. Les poids des chiots nés vivants vont de 190 à 660 grammes.

L'analyse multivariée indique que le poids de naissance n'a pas d'influence sur le délai de naissance ($p > 0,05$).

e) Différence de poids avec le chiot de rang immédiatement inférieur

La comparaison entre le poids de naissance du chiot considéré et celui juste avant a pu être réalisée sur 1011 chiots. Pour 85% d'entre eux ($n = 863$ chiots), la différence de poids entre les deux chiots est inférieure à 20%. La différence de poids excède 50% uniquement pour 14 chiots. Cette différence va jusqu'à 250% pour un chiot précédent mort-né, et plafonne sinon à 142% pour des chiots précédents nés vivants.

La différence de poids entre deux chiots consécutifs n'a pas d'influence significative sur le délai de naissance ($p > 0,05$).

(D) Conséquences sur la mortalité et la croissance néonatales

1/ Mortalité néonatale

Sur les 993 chiots vivants à la naissance et présentant un délai de naissance, 42 sont morts avant l'âge de trois semaines, soit 4,2%. Le délai de naissance n'influence pas le statut (mort ou vivant) d'un chiot né vivant, entre J0 et J2, ni entre J0 et S3 ($p > 0,05$ pour chaque).

2/ Croissance néonatale

Contrairement à la durée totale de mise-bas, le délai de naissance n'a aucun effet significatif sur la croissance du chiot, quel que soit l'intervalle considéré (J0-J2, J2-J7, J7-S3, $p > 0,05$ pour chaque paramètre).

IV/ La durée cumulée de naissance

(A) Valeurs de la durée cumulée de naissance

La durée cumulée de naissance est en moyenne de 173 ± 153 minutes (soit $2,9 \pm 2,6$ heures, Figure 29). Elle va de 0 minutes pour les premiers nés, à 1200 minutes pour le dernier né de la mise-bas la plus longue. Un peu plus de 80% des chiots ont une durée cumulée de naissance inférieure à 250 minutes. La répartition des durées est décroissante.

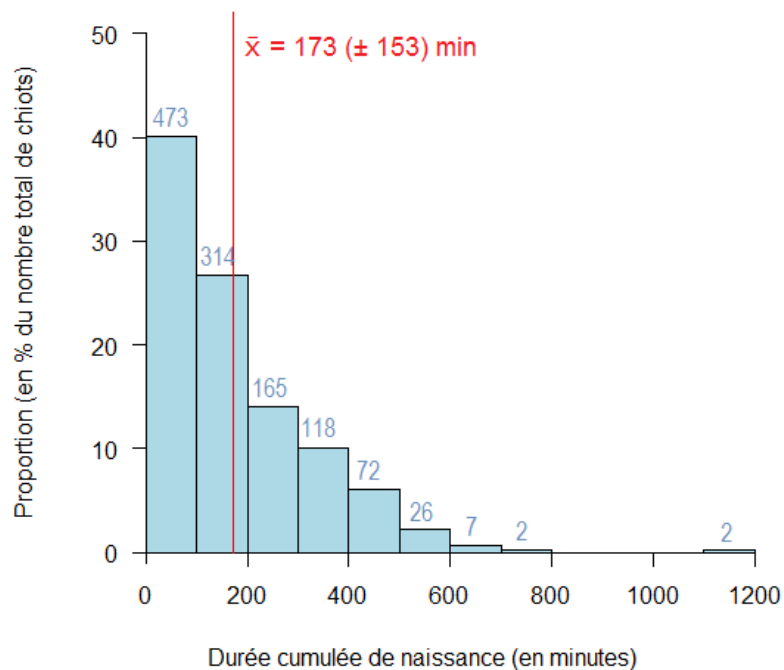


Figure 29 : Distribution de la durée cumulée de naissance (n = 1179 chiots)

Le nombre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de chiots. Le trait rouge correspond à la moyenne.

(B) Conséquences sur la mortalité et la croissance néonatales

1/ Mortinatalité et mortalité néonatale

La durée cumulée de naissance varie de façon significative avec le statut (mort-né ou vivant) du chiot à la naissance ($p < 0,001$). Elle est de 385 ± 253 minutes pour les mort-nés, contre 164 ± 141 minutes pour les chiots nés vivants, soit près de 2 heures de moins (Figure 30). La proportion de chiots mort-nés augmente avec la durée cumulée de naissance et passe de moins de 5 % pour les durées inférieures à 6 heures, à 13% pour celles allant de 6 à 8 heures, et jusqu'à 29% pour les durées supérieures à 8 heures (Figure 31).

L'analyse ROC (Figure 30 et 32) a permis d'identifier un seuil de délai de naissance de 205 minutes, avec une sensibilité de 73% et une spécificité de 72% (AUC de 0,809 donc supérieure à 0,70, avec un IC95 de [0,738 – 0,880]). Le risque d'obtenir un chiot mort-né est en effet multiplié par 5,51 (IC95 de 2,95 à 10,29) lorsque le délai de naissance dépasse ce seuil : le pourcentage de chiots mort-nés passe de 1,6% à 9,0%. La valeur prédictive positive est de 11%.

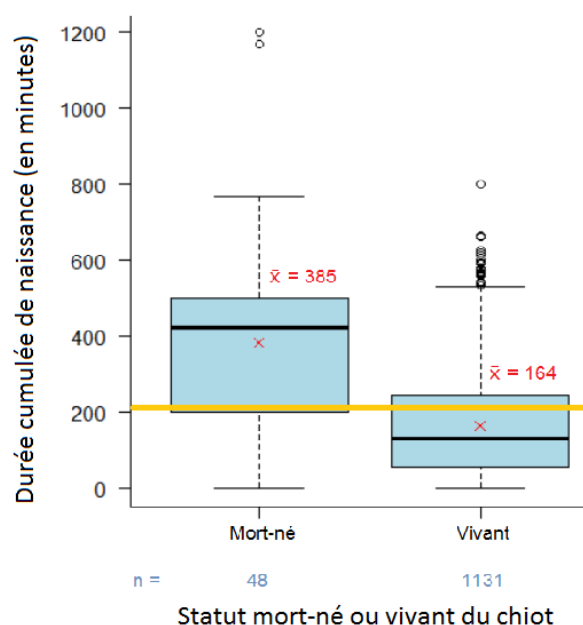


Figure 30 : Durée cumulée de naissance en fonction du statut mort-né ou non du chiot (n = 1179 chiots)

Les valeurs en bleu correspondent aux différents sous-effectifs, celles en rouge correspondent à la moyenne de chaque catégorie. La droite en orange correspond au seuil de délai de naissance déterminé par analyse ROC.

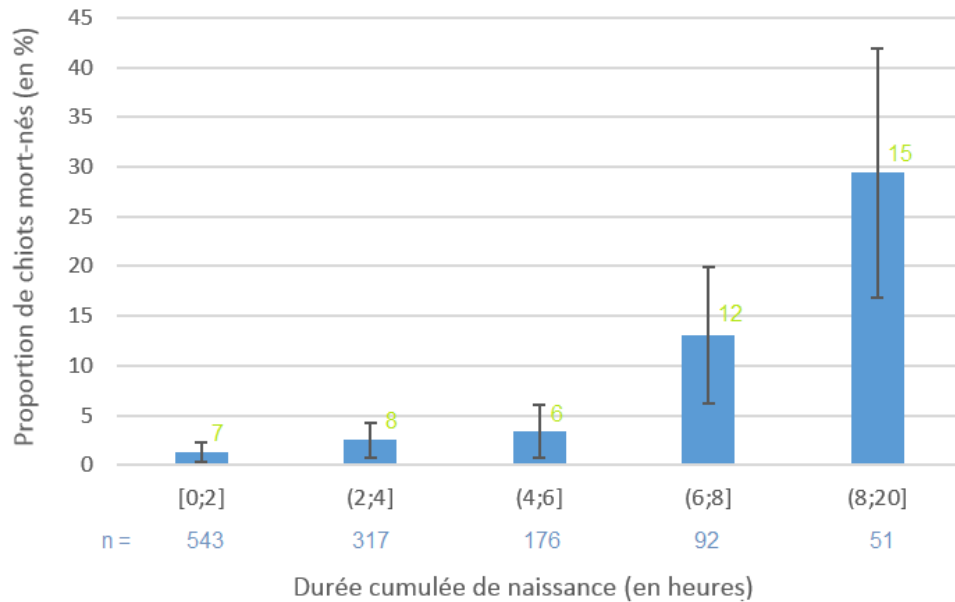


Figure 31 : Proportion de chiots mort-nés en fonction de la durée cumulée de naissance (n = 1179 chiots)

Les valeurs en bleu correspondent aux différents sous-effectifs, celles en vert correspondent au nombre de chiots concernés. Les barres d'erreur sont les intervalles de confiance à 95% (positifs et négatifs).

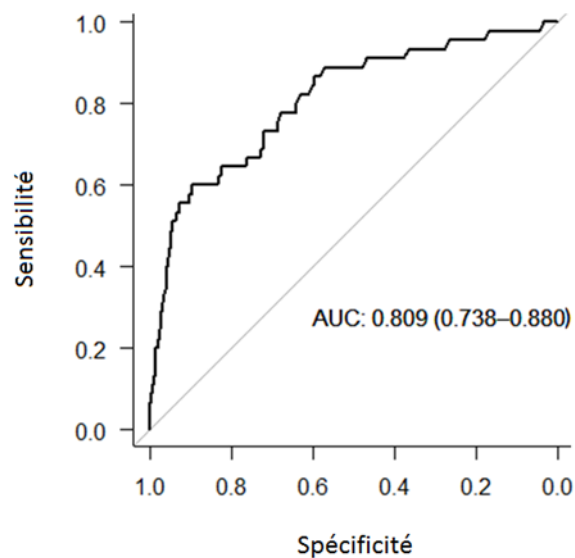


Figure 32 : Courbe ROC pour la détermination du seuil critique de la durée cumulée de naissance vis-à-vis du risque d'obtenir un chiot mort-né (n = 1179 chiots)

La durée cumulée de naissance n'a par contre aucune influence sur le statut (mort ou vivant) d'un chiot né vivant, entre J0 et J2, ni entre J0 et S3 ($p > 0,5$ pour chaque).

2/ Croissance néonatale

Comme pour le délai de naissance, la durée cumulée de naissance n'a aucun effet significatif sur la croissance du chiot, quel que soit l'intervalle considéré entre la naissance et S3 ($p > 0,05$ pour chaque paramètre).

V/ Bilan des résultats significatifs de l'étude

Les résultats significatifs de l'étude sont tous regroupés et résumés Figure 33. Les variables en rapport avec la mortinatalité ont été mises dans les facteurs de variations d'un point de vue statistique. Cependant, nous le verrons dans la discussion, ceux-ci peuvent aussi être considérés comme des variables « conséquence ».

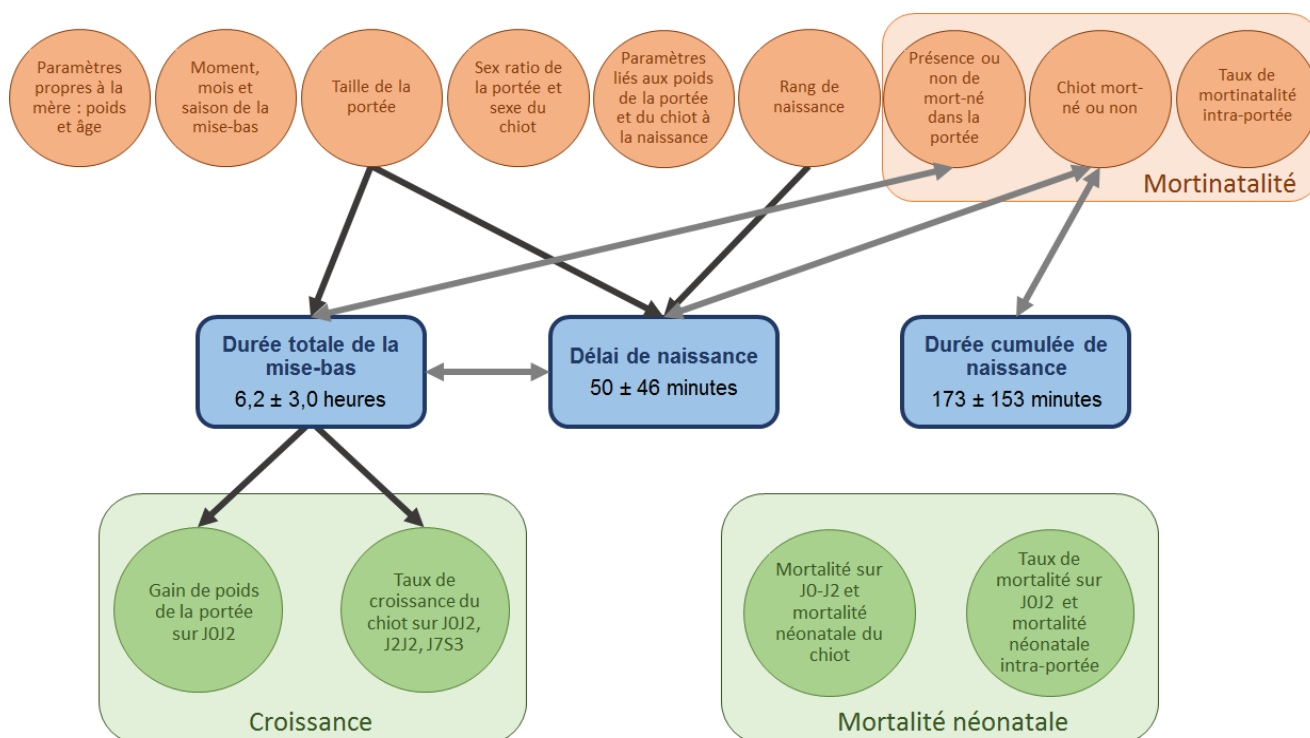


Figure 33 : Bilan des résultats de l'étude

Les facteurs de variation sont en orange. Les variables « conséquence » sont en vert. Les flèches (uni ou bidirectionnelle) correspondent à l'ensemble des relations significatives. Une flèche est unidirectionnelle quand la relation de cause à effet est déterminée, bidirectionnelle quand indéterminée. L'absence de flèche correspond à l'absence de résultat significatif.

DISCUSSION

I/ Limites de l'étude

(A) Collecte des données

Les données utilisées ont toutes été récoltées par les éleveurs du CESECAH, qui exercent cette activité à titre professionnel (et non amateur). Pour autant, on ne peut exclure la possibilité que toutes les données ne soient pas strictement correctes et complètes. Par exemple, certains chiots nés morts ont pu ne pas être recensés dans le registre puisque ces animaux ne nécessitent ensuite d'être ni suivis, ni déclarés officiellement.

Les heures des naissances ont été notées, à l'origine, non pas pour cette étude, mais pour détecter un risque de dystocie lorsque des chiots tardent à naître. Ainsi, connaître l'heure de naissance précise n'était pas primordial, certaines heures ont donc pu être arrondies ou écrites de façon approximative. En principe, une personne surveille en continu la mise-bas du début à la fin. Cependant, si celle-ci est appelée ailleurs durant 5 ou 10 minutes, des chiots peuvent naître pendant ce laps de temps, les heures de naissance notées seront alors approximatives.

(B) Représentativité de la population étudiée

Cette étude regroupe un effectif de 1182 chiots Labrador Retriever, issus de 141 mises-bas. Cette population d'assez grande taille, permet *a priori* une assez bonne représentativité de la race de Labrador Retriever. Peu d'études portant sur la durée de mise-bas comptent un aussi grand nombre de portées. Seul Fontaine et al., (2016) et Million (2004) ont travaillé respectivement sur 1615 et 728 mises-bas de chiennes, mais il s'agissait d'études multiraciales. Les autres articles fournissant des valeurs de durée de mise-bas ont toutes été réalisées sur 6 à 30 mises-bas (Baan et al., 2005 ; Fontbonne et al., 2009 ; Panciera et al., 2012 ; Zonturlu et Kaçar, 2012).

L'ensemble de la population provient d'un unique élevage. Cela permet d'éviter les biais liés aux différentes conduites d'élevage et différentes lignées utilisées. Cependant, cela entraîne à l'inverse, une diminution de la

représentativité de l'échantillon, les Labradors étant élevés de diverses façons dans les nombreux élevages, en France comme à l'étranger. Chez la truie, les études réalisées sur le déroulement de la mise-bas sont souvent réalisées dans un même et unique élevage (par exemple : Rens et Lende, 2004 ; Islas-Fabila et al., 2018), ce qui paraît également peu représentatif. La filière porcine est néanmoins conçue de façon à être très homogène et le biais induit par l'élevage d'origine est probablement moins fort que pour le chien. Il serait ainsi intéressant de faire une étude sur plusieurs élevages de Labrador Retriever.

De même, qu'en est-il des variations interraciales chez le chien ? Il serait intéressant de savoir comment varie le déroulement de la mise-bas en fonction du format racial et de la race. Les différentes races présentent notamment des poids et des tailles de portées très différents. De même, la mortinatalité varie de façon significative avec le format racial : les races de grand et géant gabarits sont plus à risque que les petites et moyennes races (Belin, 2013). Est-ce que ces variations sont liées à une durée de mise-bas et à des délais de naissance plus ou moins longs ? En effet, notre étude montre que plus la portée est grande, plus la mise-bas est longue. Or, Gill (2001) précise que les grandes portées favorisent le risque d'inertie utérine secondaire, principale cause de dystocie chez les races grandes et géantes. Il indique également que les chiots provenant de grandes portées de races géantes sont plus à risque d'hypoxie fœtale durant la mise-bas, augmentant considérablement le risque de mortinatalité. Les différences morphologiques entre races, notamment avec les types brachycéphales, pourraient également être associés à des déroulements de mise-bas différents.

(C) Limites dues à la définition des différents types de durée

La mise-bas de la chienne se déroule en trois phases. La première, ou stade I, correspond au début du travail et s'étend du début des contractions utérines à l'expulsion du premier chiot. Le stade II est la phase d'expulsion des fœtus un à un. Enfin, le dernier et troisième stade correspond à la phase d'expulsion des placentas (Fontbonne, 1996). Le stade I étant quasiment imperceptible par les éleveurs chez la chienne, celui-ci n'est pas étudié dans cette étude. De même, l'expulsion des placentas n'est ici pas prise en compte.

En effet, les stades II et III sont souvent confondus, le début de l'expulsion des placentas commençant souvent avant la fin de l'expulsion des chiots. De plus, l'ingestion des placentas par la mère rend plus difficile l'observation de leurs heures d'expulsions (Fontbonne, 1996). Cette étude est donc focalisée uniquement sur le stade II de la mise-bas.

Etant donné que dans cette étude, la durée totale de la mise-bas correspond au temps écoulé entre la naissance du premier et du dernier chiot, les mises-bas avec un chiot unique n'ont pas été incluses. Or, ces mises-bas sont plus à risque que les autres, autant pour la mère que pour le chiot. Il arrive en effet que les signaux déclencheurs de la mises-bas soit insuffisants pour permettre une naissance rapide et sans encombre du chiot : c'est le syndrome du chiot unique. Le risque de dystocie est ainsi multiplié par 1,7 quand la portée comporte un unique chiot (Fontaine et al., 2016). Qu'en est-il alors de la durée d'expulsion de ce chiot, de sa survie et de sa croissance ?

Le premier né de chaque portée n'a par définition pas de délai de naissance. Pourtant, il serait intéressant de savoir combien de temps après le début des contractions et après l'ouverture du col naît ce chiot. Plusieurs auteurs s'accordent à dire que l'expulsion du premier chiot est plus longue que pour les chiots suivants (Fontbonne, 1996 ; Million, 2004 ; De Cramer, 2015).

Le délai de naissance détermine l'intervalle de temps entre l'expulsion de deux chiots consécutifs. Ces valeurs ne font pas la différence entre les périodes de repos de la chienne et les périodes de contractions : il n'est pourtant pas inhabituel d'avoir une pause pendant la mise-bas de la chienne. Pendant ce moment-là, la mère ne présente pas de contraction, se repose, s'occupe de ses chiots, et cela sans aucun signe de détresse. Ainsi, selon Feldman et al. (2014), entre la naissance de chaque chiot, des périodes de contractions de 20 à 30 minutes et des phases de latence de 2 à 4 heures sont normales. Selon Runcan et Coutinho da Silva (2018), cette pause permet une dispersion de l'acide lactique qui s'est accumulé dans le myomètre pendant les contractions précédentes.

Notre étude ne permet donc pas de savoir combien de temps un fœtus reste comprimé dans la filière pelvienne. C'est pourtant pendant cette phase de compression que le fœtus est le plus sujet à une souffrance et asphyxie, notamment car l'afflux sanguin à travers le cordon ombilical est alors réduit (Gill, 2001). Le moment auquel a lieu le décollement placentaire est également difficile

à estimer. C'est pourtant à partir de là que le fœtus va être sujet à de l'anoxie, par arrêt complet de l'apport en oxygène par la mère.

D'autres études se sont déjà focalisées sur le stade III de la mise-bas chez la chienne. Celle-ci est souvent simultanée avec l'expulsion des chiots. L'expulsion du placenta a lieu en général dans les 15 min après l'expulsion du chiot (De Cramer, 2015 ; Grandjean et al., 2003) et parfois après la naissance du chiot suivant (Fontbonne, 1996).

(D) Condition d'exclusion des mises-bas

Les mises-bas ayant commencé ou s'étant terminées par une césarienne ont été retirées de la banque de donnée. Or, la décision chirurgicale est le plus souvent prise en raison d'un délai d'expulsion anormalement long. Si l'on avait pris en compte les durées (durée totale de mise-bas, durées cumulés de naissance et délais de naissance) de ces mises-bas avant la réalisation de la césarienne, les durées seraient alors en principe plus longues. Le retrait de ces mises-bas de l'étude risque d'avoir entraîné une sous-estimation de ces durées. Cependant, cette étude vise à décrire une mise-bas eutocique, les césariennes ont donc été logiquement retirées.

Le paramètre de facilité de naissance n'a pas été analysé. Hors césarienne, selon notre définition, une mise-bas est dite difficile si l'éleveur a trouvé que la naissance des chiots était laborieuse et/ou s'il y a eu intervention humaine (éleveur ou vétérinaire). Ce critère de mise-bas laborieuse, très subjectif, dépend énormément de chaque opérateur. Ainsi, avec un surveillant très soucieux de bien faire, est-ce qu'une intervention de l'homme n'a pas été parfois réalisée par excès ? De plus, on ne pourra pas savoir si toutes les mises-bas assistées par un homme ont bien été correctement notées comme difficile. Dans tous les cas, les mises-bas difficiles n'ont pas été exclues de l'étude. Il peut donc y avoir eu diverses interventions de l'homme (traction des fœtus, injection d'ocytocine) ayant pu raccourcir les différents types de durée. De la même façon, une mise-bas difficile correspondait-elle alors à une dystocie ? Ces mises-bas auraient peut-être alors dues être retirées de l'étude.

Cette étude analyse donc *a priori* le déroulement d'une mise-bas eutocique de Labrador Retriever, mais la limite entre dystocie et eutocie est finalement difficile à estimer ici.

II/ Résultats

(A) Valeurs des différentes durées

1/ Durée totale de la mise-bas

Dans notre étude, la durée moyenne de la mise-bas est de $6,2 \pm 3$ heures. Cette valeur est plutôt cohérente avec la littérature, qui présente des durées de mise bas allant de $6,6 \pm 5,4$ heures (Fontaine et al., 2016, 1615 mises-bas), à $8,0 \pm 4,8$ heures (Fontbonne et al., 2009, 6 mises-bas). Leurs études sont multiraciales, tandis que celle-ci est monoraciale. La légère différence de valeur, ici un peu plus courte, peut peut-être s'expliquer notamment par la race, le Labrador n'étant pas connu pour présenter de difficulté de mise-bas particulière.

Johnston et al. (2001), Fontbonne et al. (2009) et De Cramer (2015) précisent que certaines mises-bas peuvent durer jusqu'à 24-36 heures sans aucune complication. Ces cas restent extrêmes et rares (Runcan et Coutinho da Silva, 2018). Notre étude présente 91% des valeurs entre 2 et 10h, mais comporte en effet deux mises-bas ayant duré près de 20 heures.

2/ Délai de naissance

Van der Weyden et al. (1989) présentent des valeurs de délai de naissance allant de 2 minutes à 13,5 heures (61 chiots). Cela est très semblable à notre étude, qui comporte des délais allant de 1 minute à 12 heures. De plus, 71% des délais de naissance enregistrés par Van der Weyden et al. (1989) durent moins de 90 minutes, contre 85% pour nos 1038 chiots étudiés. Dans la littérature, la moyenne du délai de naissance varie entre 32 ± 19 min (Pancieria et al., 2012, 6 mises-bas, nombre de chiots indisponible) et 114 ± 48 min (Baan et al., 2005, 36 chiots). Le délai de naissance moyen est ici de 50 ± 46 minutes et est compris dans cet intervalle.

Dans une même portée, les valeurs de délais de naissance sont assez variables. En effet, en moyenne, dans une portée, il y a 93 minutes de différence entre le délai de naissance le plus court et celui le plus long. Cette hétérogénéité intra-portée peut être très importante et monter jusqu'à 11h30 de différence entre le délai de naissance le plus court et celui le plus long (coefficient de variation

de 154%). La variation du délai de naissance dans la portée n'a jamais été étudiée auparavant, aucune valeur n'est donc disponible.

3/ Durée cumulée de naissance

La durée cumulée de naissance moyenne de notre étude est de 173 ± 153 minutes (soit $2,9 \pm 2,6$ heures) et 80% des chiots ont une durée cumulée de naissance inférieure à 250 min.

Aucune valeur n'est disponible dans la littérature pour ce paramètre, que ce soit chez le chien ou sur d'autres espèces telles que le porc. La valeur moyenne de cette durée a de toute façon peu d'intérêt si elle est regardée seule, étant donné qu'elle varie de façon importante avec le rang de naissance. Il est surtout intéressant de voir comment une augmentation de cette durée fait varier ensuite la croissance et la survie des chiots. L'hypothèse est que les chiots ayant attendu plus longtemps dans l'utérus avant de naître ont plus souffert d'hypoxie, car ils ont subi davantage de contractions utérines sur une plus longue durée, responsables d'une restriction des flux sanguins placentaires. Les réponses seront discutées un peu plus loin.

(B) Facteurs de variation du déroulement de la mise-bas

1/ Age et parité de la mère

Selon notre étude, l'âge et la parité de la mère n'ont pas d'effet sur la durée totale de la mise-bas. Lopate (2012) supposait que la mise-bas était plus longue chez les primipares, cela n'est pas confirmé ici. L'âge de la mère ne fait pas non plus varier le délai de naissance (l'effet de la parité sur le délai de naissance n'a pas été étudié, à cause de la multicollinéarité entre la parité et l'âge de la mère).

De même, chez la truie, la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance ne varient pas avec la parité de la mère (Van Dijk et al., 2005 ; Oliviero et al., 2010 ; Schild et al., 2019). L'effet de l'âge de la truie n'a par contre pas été étudié en raison du système d'élevage qui impose une relation systématique entre âge et parité.

Notre étude comporte 27 portées provenant de mères ayant plus de 6 ans, mais notre population a pu être biaisée par une sélection des meilleures mères : seules les mères n'ayant pas de problème de reproduction sont conservées jusqu'à un âge avancé. Ainsi, si ces chiennes plus âgées, toutes pluripares, ont été de nouveau mises à la reproduction, c'est probablement que les mise-bas précédentes s'étaient déroulées sans encombre. Les durées de leurs mises-bas sont alors possiblement moins longues que s'il n'y avait pas eu de sélection des meilleures chiennes reproductrices.

Dans l'étude de Gill (2001) sur 2574 chiots, le délai de naissance a tendance à augmenter progressivement avec l'âge de la mère : le délai passe de 30,5 minutes de moyenne pour les deux chiennes de moins d'un an (n = 7 chiots), à plus de 79 min pour les chiennes de plus de 8 ans (59 chiots). Cependant, aucune statistique analytique ne permet de confirmer cette tendance, qui n'est pas retrouvée dans notre étude.

Selon Million (2004), le risque de dystocie est plus élevé pour les primipares de plus de 4 ans par rapport aux primipares de moins de 4 ans et aux pluripares. Ce facteur de risque est retrouvé chez Fontaine et al. (2016) : le risque de dystocie est alors multiplié par deux. Münnich et Küchenmeister (2009) précisent que les primipares de plus de 6 ans présentent un risque plus élevé d'atonie utérine par rapport aux plus jeunes, entraînant un allongement de la durée de la mise-bas. Ainsi, il est possible que les primipares de plus de 4 ans voient leur durée totale de mise-bas et délais de naissance allongés par rapport aux primipares plus jeunes, voir par rapport aux chiennes pluripares. Notre étude ne présente qu'une unique chienne primipare de plus de 4 ans et ne permet pas de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

2/ Poids de la mère

Dans notre étude, le poids de la mère adulte hors gestation n'a d'effet ni sur la durée totale de mise-bas, ni sur le délai de naissance.

Dans l'espèce porcine, le poids hors gestation n'a pas non plus d'influence sur la durée totale de la mise-bas (Van Rens et Van der Lende, 2004). Cependant, les résultats sont contradictoires si l'on considère le poids de la truie lors de la mise-bas : pour Van Rens et Van der Lende (2004), la durée de mise-bas ne varie pas avec le poids (57 mises-bas), alors que selon Bories (2010), la

durée augmente (28 mises-bas). Il est possible qu'un poids plus important de la mère lors de la parturition soit dû à un nombre de fœtus plus important. Or chez la truie, la durée de la mise-bas augmente avec la taille de la portée (Fraser et al., 1997 ; Van Rens et Van der Lende, 2004 ; Canario et al., 2004 ; Van Dijk et al., 2005 ; Bianchi et al., 2010 ; Schild et al., 2019). Pourtant, selon Oliviero et al. (2010), la durée de la mise-bas augmente avec l'épaisseur de gras dorsal de la truie lors de la mise-bas (172 mises-bas). Aucune donnée n'est par contre disponible chez le porc vis-à-vis de l'influence du poids de la mère sur le délai de naissance.

Selon Cellard (2018), même si le poids augmente avec la note d'état corporelle ou NEC ($p < 0,001$) chez le Labrador (65 Labrador femelles), le poids n'est tout de même pas assez sensible pour pouvoir différencier chaque catégorie de NEC. Ceci s'explique par des différences de stature et de morphologie entre les femelles. Bien que le poids des chiennes de l'étude soit assez homogène (78% des chiennes entre 24 et 30 kilogrammes), leur NEC n'était pas connu.

Il serait ainsi intéressant d'étudier la durée de mise-bas en fonction de la NEC, à la mise-bas et non hors gestation, pour pouvoir possiblement faire le lien entre un embonpoint et une mise-bas plus longue. En effet, chez la femme, la phase de travail est plus longue lorsque la mère souffre d'obésité morbide (indice de masse corporelle supérieur à 40 kg/m²). L'obésité est en effet associée à des modifications du placenta, du col de l'utérus, de l'amnios et du myomètre. Les mécanismes biologiques ne sont pas encore tout à fait élucidés, mais le surpoids entraîne notamment une diminution de l'expression des récepteurs de l'ocytocine par les cellules du myomètre et une diminution du potentiel d'action et de la contractilité des myocytes. Les contractions utérines sont ainsi plus faibles et moins bien synchronisées (Carlson et al., 2015).

3/ Saison et moment de la mise-bas

La saison et le moment de la mise-bas au cours du nyctémère n'ont pas d'effet sur la durée totale de mise-bas, ni sur le délai de naissance. Cela est probablement dû, notamment, à une conduite d'élevage qui ne varie pas au cours de l'année au CESECAH (contrôle de l'hygrométrie et de la température

en maternité notamment). De plus, le chien n'est pas une espèce saisonnée (excepté le Basenji, Concannon, 2011).

D'autre part, une surveillance de la mise-bas est mise en place pour chaque chienne, quelle que soit l'heure du jour ou de la nuit. Il y a donc une présence humaine quelle que soit le moment de la mise-bas, une influence de la présence ou absence humaine ne peut donc pas être étudiée ici.

Il semble par contre y avoir un effet de la saison sur la survie des chiots, mais cela semble être étude et élevage dépendant. Dans l'étude de Belin (2013) menée en France, la mortalité totale des chiots avant adoption, mort-nés compris, est plus élevée en été qu'en hiver, comme chez le lapin et le porc. Selon Gill (2001), la mortalité néonatale précoce est à l'inverse plus élevée l'hiver (étude menée en Australie). L'hypothèse reste cependant la même dans les deux cas : les cages de mise-bas seraient trop chauffées l'hiver et pas assez ventilées l'été. Ainsi, à cause d'une température d'ambiance trop élevée, les mères se tiennent plus à l'écart des chiots, qui sont alors moins bien soignés et nourris. L'influence de la température de la cage de mise-bas sur le déroulement de la mise-bas mériterait ainsi d'être étudiée.

Chez la truie, aucune donnée n'est disponible sur l'influence de la saison et du moment de la journée sur le déroulement de la mise-bas. Hormis les situations d'élevages en plein air, les paramètres d'ambiance des locaux porcins sont encore plus contrôlés qu'en élevage canin.

Chez les vaches laitières cependant, l'heure du début de vêlage varie significativement avec la conduite d'élevage. La fréquence horaire moyenne des vêlages est plus élevée en l'absence des éleveurs qu'en leur présence et est minimum au cours de la traite (Landais et al., 1995, 2550 mises-bas).

4/ Poids de la portée et des chiots à la naissance

Tout d'abord, le poids de naissance du chiot Labrador est de 407 ± 67 grammes dans cette étude. Cette valeur s'inclut parfaitement dans les intervalles de la littérature. Les poids moyen sont en effet de $390,3 \pm 70,5$ g pour Belin (2013, 95 chiots), $395,4 \pm 71,7$ g dans l'étude de Mugnier et al. (2019, 1846 chiots) et $422,2 \pm 74,6$ g pour Gill (2001, 154 chiots). Selon Groppetti et al., (2017, 264 chiots), la médiane est de 405,5 g (Q1 : 369,5 g / Q3 : 450 g).

L'hétérogénéité de la portée en terme de poids n'a aucune influence sur la durée totale de mise-bas. Le poids de naissance et la différence de poids avec le chiot de rang immédiatement inférieur ne font pas non plus varier le délai de naissance. Pour rappel, le poids total de portée à la naissance n'a pas été étudié, à cause de sa colinéarité avec la taille de portée. Ce facteur était cependant intéressant en raison du lien entre distension du myomètre et atonie utérine (Cornelius et al., 2019).

Chez le porc, selon les études, l'influence du poids de la portée et des porcelets à la naissance sur le déroulement de la mise-bas est variable. Le poids total de la portée n'a pas d'influence sur la durée totale de la mise-bas selon Van Rens et Van der Lende (2004) et Canario et al., (2004, 1876 mises-bas), mais augmente avec la durée de mise-bas selon Bories (2010, 28 mises-bas) : une augmentation de la taille de la portée avec le poids total de la portée peut cependant en être la cause. Le poids de naissance moyen du porcelet dans une portée n'influence ni la durée de mise-bas, ni le délai de naissance (Van Rens et Van der Lende, 2004 ; Canario et al., 2004 ; Vallet et al., 2011). Le poids de naissance propre à chaque porcelet ne fait pas non plus varier le délai de naissance selon Van Rens et Van der Lende (2004, 517 porcelets), à l'inverse des observations de Van Dijk et al. (2005), où le délai de naissance augmente significativement avec le poids de naissance (2461 porcelets).

Pour les porcelets comme pour les chiots, l'hypothèse était qu'un poids de naissance élevé pouvait entraîner, par une plus grande taille du fœtus associée, une progression plus laborieuse de celui-ci dans le tractus génital de la mère lors de la mise-bas. En effet, la mortinatalité est plus élevée pour les chiots les plus lourds (dernier quartile, Cornelius et al., 2019, 13 668 chiots). Les chiots plus lourds auraient alors possiblement plus de risque de mourir à la naissance ou peu après, par hypoxie, à cause de délais de naissance plus longs. Au vu des résultats de Van Dijk et al. (2005), cette hypothèse est tout à fait probable chez le porc. A l'inverse, nous avons émis l'hypothèse que les fœtus les plus petits étaient possiblement plus faibles et participaient donc moins à leur propre expulsion. Cela n'a par contre pas été démontré chez le chiot dans notre étude. Il est cependant possible que ce soit le temps d'expulsion du chiot (lorsque celui-ci est déjà engagé dans les voies génitales basses) et non le délai de naissance (temps écoulé depuis l'expulsion du chiot précédent) qui varie avec le poids du chiot.

5/ Sex ratio et sexe du chiot

Le sex ratio intra-portée n'a pas d'influence sur la durée totale de la mise-bas et le sexe du chiot ne fait pas varier son délai de naissance. Le sexe du chiot n'affecte pas non plus le déroulement de la mise-bas selon Gill (2001).

Le résultat observé est le même chez les porcs : ni le sex ratio, ni le sexe du porcelet n'affectent le déroulement de la mise-bas (Van Rens et Van der Lende, 2004 ; Bories, 2010).

Le sexe du chiot semble affecter uniquement son poids, notamment à la naissance : le poids de naissance des Labrador femelles est significativement différent de celui des mâles (Trangerud et al., 2007, sur 167 chiots). De même, dans notre étude, le poids de naissance des mâles est significativement plus élevé que celui des femelles : le poids de naissance moyen des mâles est de 416 ± 72 g, contre 398 ± 61 g pour les femelles ($p < 0,05$). Comme cela a été vu précédemment, le poids de naissance n'affecte pas le délai de naissance dans notre étude. L'ensemble de ces résultats est ainsi cohérent.

6/ Taille de portée

La taille de la portée du Labrador Retriever est légèrement supérieure dans cette étude par rapport à la littérature : la taille moyenne de la portée est pour cette étude de $8,4 \pm 2,3$ chiots, contre $7,3 \pm 2,6$ chiots (1846 chiots) dans celle de Mugnier et al. (2019). La taille de portée médiane est de 7 chiots pour Guillemot (8201 chiots, 2015), contre 9 chiots ici.

Selon notre étude, la durée de la mise-bas varie de façon significative mais non linéaire avec la taille de la portée. La durée de mise-bas augmente progressivement pour les portées de 3 à 7 chiots, puis se stabilise vers 6-8 heures pour les plus grandes portées (Figure 11). L'augmentation de la durée de mise-bas est ainsi limitée, avec un semblant de stabilisation pour les portées de 8 chiots et plus.

La taille de la portée a également un effet significatif sur le délai de naissance ($p < 0,05$). Graphiquement, le délai de naissance semble diminuer progressivement avec la taille de portée : la moyenne est de 69 ± 51 min pour les portées de 2 à 4 chiots (31 chiots) contre 42 ± 29 min pour les portées de 12 à 13 chiots (115 chiots). L'augmentation de la durée totale de la mise-bas avec

la taille de portée serait alors associée à un rythme de naissance des chiots plus soutenu. Cependant, le test de comparaison des différentes tailles de portée deux à deux ne permet pas de mettre en évidence de réelle tendance.

Chez la truie, les tendances globales sont semblables, avec une augmentation de la durée de mise-bas (Fraser et al., 1997 ; Van Rens et Van der Lende, 2004 ; Canario et al., 2004 ; Van Dijk et al., 2005 ; Bianchi et al., 2010 ; Schild et al., 2019) et un raccourcissement du délai de naissance (Vallet et al., 2011 ; Canario et al., 2004) avec la taille de la portée. Selon Vallet et al. (2011), l'hypothèse était que, pour les plus petites portées, le poids de naissance plus élevé des porcelets, associé à la présence de zones de constrictions utérines (au niveau des espaces vides utérins) entraînaient un rallongement du délai de naissance, par une progression plus difficile des fœtus dans le tractus génital. Cependant, cette idée a été réfutée par son étude.

L'étude de Gill (2001) conforte nos résultats sur la durée totale de mise-bas chez la chienne : celle-ci augmente bien avec la taille de la portée (351 mises-bas, portées de 2 à 15 chiots). La stabilisation à partir de 7 chiots n'est cependant pas retrouvée.

Les radiographies abdominales réalisées à partir de 45 jours après la fécondation permettent de dénombrer les chiots avant la mise-bas. Ainsi, en connaissant la taille de la portée, l'éleveur saura non seulement quand la mise-bas sera terminée (expulsion de tous les fœtus effectuée), mais il pourra également s'attendre à une durée de mise-bas plus ou moins longue. Les valeurs de durée totale de mise-bas sont cependant trop proches entre les différentes tailles de portée pour pouvoir déterminer des valeurs seuils.

Les résultats sont contradictoires pour ce qui concerne les délais de naissance. Toujours selon Gill (2001), deux phénomènes se distinguent. Si toutes les mises-bas sont considérées, qu'il y ait eu assistance humaine et mortalité des chiots ou non (351 portées de 2 à 15 chiots), le délai de naissance diminue pour les portées jusqu'à 5 chiots, puis augmente pour les tailles supérieures de portée. L'augmentation du délai de naissance peut alors être liée une atonie utérine plus fréquente sur les grandes portées (Cornelius et al., 2019). La baisse du délai de naissance pour les tailles de portées de 1 à 5 sont sinon cohérentes avec l'aspect graphique de nos résultats.

Par contre, toujours selon Gill (2001), en considérant uniquement les mises-bas n'ayant pas nécessité d'assistance et sans mortalité, le délai de naissance ne varie pas avec la taille de portée (155 portées, de 1 à 9 chiots). Il semble ainsi que le délai de naissance soit stable lorsque la mise-bas se déroule sans encombre. Ce délai est alors, selon Gill (2001), inférieur à 60 minutes.

Notre étude prend en compte les mises-bas ayant reçu une assistance humaine et/ou de la mortalité. Il semble cependant que nos résultats soient en accord avec une stabilité du délai de naissance avec la taille de portée. En effet, même si nos graphes et la significativité du test global étaient en faveur d'une réduction du délai de naissance avec la taille de la portée, cette tendance n'a pas été retrouvée lors de la comparaison deux à deux des délais de naissance moyen par taille de portée. La différence observée au niveau du test statistique global et la diminution du délai de naissance visible sur le graphe sont alors probablement liées à l'échantillonnage. Il faudrait donc reproduire cette analyse sur une autre population, afin de pouvoir conclure quant à l'effet de la taille de la portée sur le délai de naissance.

Ainsi, l'effet de la taille de la portée sur le déroulement de la mise-bas n'est pas encore clair et n'est dans tous les cas pas si important que nous le pensions. Par contre, la relation entre délai de naissance et durée totale de la mise-bas est sans équivoque : l'augmentation de la durée totale de mise-bas est liée à un allongement des délais de naissance. Indépendamment de la taille de la portée, certaines chiennes mettraient ainsi plus de temps à expulser leurs chiots (délai de naissance moyen plus long), peut-être à cause de contractions utérines moins fortes et/ou moins fréquentes chez cette mère. D'autre part, la fréquence des délais de naissance longs (supérieurs au 3^e quartile) augmente avec la durée de la mise-bas : il est alors possible que ce ne soit pas tous les délais de naissance qui soient plus longs pour une portée, mais uniquement un ou deux (pour des chiots mort-nés par exemple). Ces quelques délais de naissance plus longs que les autres, seraient alors à l'origine de l'allongement de la durée totale de mise-bas.

Ainsi, l'allongement de la durée de mise-bas serait plus lié à une augmentation des délais de naissance qu'à une augmentation de la taille de la portée.

7/ Rang de naissance en proportion

Le rang de naissance a un effet significatif sur le délai de naissance : le délai de naissance augmente avec le rang de naissance, en étant de 41 ± 27 minutes pour les chiots nés en début de stade II (rang $< 0,25$, 111 chiots), contre 81 ± 84 minutes pour le dernier chiot de chaque portée (rang $> 0,95$, 141 chiots). Ceci peut être le signe d'une fatigue de la mère, qui se met en place au cours de la mise-bas (Fontbonne, 1996 ; Gill, 2001). Cela semble tout de même ne pas être le cas pour toutes les mères. En effet, plus le rang augmente, plus la variabilité du délai augmente, des délais de naissance courts sont ainsi possibles quel que soit le rang de naissance. Ce sont les délais de naissance les plus longs qui sont de plus en plus fréquents avec l'augmentation du rang de naissance : la proportion de délais de naissance supérieurs à 65 min (valeur correspondant au 3^e quartile) augmente avec le rang de naissance, passant de 12% (rangs $\leq 0,25$) à 45% (rangs $> 0,95$).

Gill (2001) confirme nos résultats. Dans son étude, le délai de naissance augmente pour les derniers nés de la portée. Le délai de naissance moyen des chiots de rang supérieur ou égal à 8 (rang non ramené en proportion) est supérieur à 60 min, alors qu'il est inférieur à 1 heure pour les chiots de rang inférieur (155 mises-bas). Selon Gill (2001), le délai de naissance est par contre stable pour les rangs inférieurs à 8 et n'augmente que pour les rangs de naissance supérieurs à 8. Dans notre étude, l'augmentation du délai de naissance avec le rang de naissance est plus progressive. Cela peut être dû au fait que notre rang de naissance est ramené en proportion de la taille de portée, ce qui n'est pas le cas chez Gill.

Chez le porc, les porcelets du premier et dernier quart en rang de naissance sont ceux qui présentent les délais de naissance les plus longs (Van Rens et Van der Lende, 2004 ; Van Dijk et al., 2005 ; Vallet et al., 2011 ; Islas-Fabila et al., 2018). Selon Van Dijk et al. (2005), la concentration sanguine en ocytocine continuant d'augmenter après l'expulsion du premier fœtus, grâce au réflexe de Ferguson, puis commençant à diminuer une heure après, les contractions myométriales pourraient donc être moins intenses et associées à des plus grands délais de naissance pour les premiers et derniers fœtus. Selon Islas-Fabila et al. (2018), une augmentation de la concentration en relaxine a lieu pendant l'expulsion des premiers fœtus, associée à une baisse du taux d'ocytocine et une diminution de la durée et du nombre des contractions utérines,

d'où des délais de naissance plus longs pour les premiers porcelets. Islas-Fabila et al. (2018) supposent aussi une inefficacité relative des contractions utérines du fait d'une baisse de la sécrétion de prostaglandines F2 α par le placenta à la fin de la mise-bas, entraînant un rallongement du délai de naissance pour les derniers fœtus. Enfin, Vallet et al. (2011) émettent l'hypothèse qu'un espace vide utérin important à parcourir pour les derniers fœtus, situés vers l'apex des cornes, est à l'origine d'un délai de naissance rallongé. Il suggère également une influence des glucocorticoïdes sécrétés par le fœtus sur le délai de naissance, sans en détailler le possible mécanisme en jeu.

Dans notre étude, les délais de naissance moyens passent de 41 ± 27 minutes pour un rang de naissance inférieur à 0,25 (111 chiots) à 38 ± 27 minutes pour les rangs entre 0,25 et 0,35 (99 chiots), et enfin 35 ± 28 pour les rangs de 0,35 à 0,45 (117 chiots). Avant d'augmenter progressivement, les délais de naissance des premiers chiots de chaque portée semblent ainsi diminuer légèrement. Cette baisse n'est cependant pas significative. Cette diminution est ainsi probablement due à l'échantillonnage, mais pourrait aussi vaguement correspondre aux résultats obtenus en espèce porcine : les délais de naissance des premiers chiots nés seraient ainsi plus longs.

8/ Mortinatalité

Les variables en rapport avec la mortinatalité ont été mises dans les facteurs de variations d'un point de vue statistique. Cependant, nous le verrons, ceux-ci peuvent tout aussi bien aussi être considérés comme des variables « conséquence ».

Le taux de mortinatalité total est de 4,0% dans cette étude. Dans la littérature, le taux de mortinatalité va de 4,3% (58 439 chiots, Tønnessen et al., 2012) à 7,4% (204 537 chiots, Chastant- Maillard et al., 2017). Il est respectivement de 6,6% et 8,4% pour le Labrador dans les études de Tønnessen et al (1549 chiots, 2012) et Guillemot (8201 chiots, 2015). Notre plus faible taux de mortinatalité peut s'expliquer par la surveillance en continu de toutes les mises-bas au CESECAH. Comme pour notre étude, Canario et al. (2004) expliquent que la méthode de recueil des données se traduit par un suivi intensif de la mise-bas. Cela peut s'accompagner d'un nombre élevé d'interventions humaines. Ce mode de conduite peut avoir réduit les variations de durée de

mise-bas et ses relations avec les caractéristiques de la portée. Cela peut notamment être le cas du taux de mortinatalité.

Les mort-nés sont répartis dans 24,8% des portées de l'étude. Cette valeur est cohérente avec les données bibliographiques : le pourcentage de portées avec présence d'au moins un mort-né est situé entre 14,8% (500 portées, Gill, 2001) et 28,4% (1020 portées, Brevaux, 2018).

La durée totale de la mise-bas varie de façon significative avec la présence ou absence de mort-né dans la portée : elle est plus longue pour les portées avec mort-né(s). De même, le délai de naissance et la durée cumulée de mise-bas sont plus élevés pour les chiots morts à la naissance que pour les chiots nés vivants. Le statut du chiot de rang immédiatement inférieur n'a par contre aucun effet sur le délai de naissance.

Ainsi, une augmentation des durées de la mise-bas semble être liée à une augmentation du risque de mortinatalité pour le chiot. Cependant, dans notre étude, le taux de mortinatalité intra-portée ne varie pas avec la durée de mise-bas. Cela est probablement dû au fait que l'étude comporte un faible nombre de chiots mort-nés (48 chiots uniquement sur les 1182 chiots), rendant le résultat non significatif. Il est possible que les résultats sortent significatifs avec une étude portant sur un effectif présentant un nombre de mort-nés plus important.

Ainsi, à l'échelle du chiot avec le délai de naissance et la durée cumulée de naissance, comme à l'échelle de la portée avec la durée totale de mise-bas, plus la durée est longue, plus le risque d'obtenir des mort-nés est important. Plusieurs auteurs confirment ce résultat dans l'espèce canine. Münnich et Küchenmeister (2009) indiquent en effet que le nombre de mort-nés dans la portée augmente avec la durée de mise-bas. Les mises-bas avec mort-né présentent d'ailleurs des durées plus extrêmes que les autres : la durée de la mise-bas la plus longue sans mort-né est de 25 heures, contre 85 heures avec mort-né (530 mises-bas). Selon Cornelius et al. (2019), le délai de naissance est plus long pour les mort-nés, avec un délai de naissance moyen de 102 minutes, contre 65 minutes pour les chiots vivants (4 091 chiots). Gill (2001) appuie ce résultat en indiquant que lorsque le délai de naissance est supérieur à 4h, la totalité de la mortalité des chiots est due à la mortinatalité (2 574 chiots). Tønnessen et al. (2012), Belin (2013) et Cornelius et al. (2019) indiquent de plus que la mortinatalité est plus importante chez les grandes portées. Selon Cornelius et al. (2019), le risque d'obtenir un chiot mort-né est multiplié par 1,45

lorsque celui-ci provient d'une portée de plus de 11 chiots, par rapport aux autres. Or, comme dit précédemment, plus la taille de portée est grande, plus la durée de mise-bas est longue. De même, selon Gill (2001), le rang de naissance est un facteur de prédiction de mortalité par asphyxie fœtale : le taux de mortalité est multiplié par 9,99 à chaque augmentation du rang de naissance (sauf pour les portées de 6 chiots). Cornelius et al. (2019) précise également que le dernier-né de la portée à 4,8 fois plus de risque d'être mort-né que les autres : 18,7% des derniers-nés sont morts à la naissance, contre 4,6% pour les autres ($p < 0,0001$, 13 668 chiots). Cette augmentation est probablement reliée à un allongement du délai de naissance et/ou à une durée cumulée de naissance plus longue. Les trois types de durées de la mise-bas feraient donc partie des facteurs en cause.

Chez le porc, les résultats sont semblables. Le pourcentage de portées avec mort-né augmente avec la durée totale de la mise-bas (Schild et al., 2019). Le nombre de mort-né par portée augmente avec la durée de mise-bas et le délai de naissance (Canario et al., 2004 ; Holm et al., 2004 ; Van Dijk et al., 2005 ; Bories, 2010 ; Bianchi et al., 2010 ; Oliviero et al., 2010 ; Vallet et al., 2011). Cependant, le résultat est moins unanime lorsque l'on considère le taux de mortinatalité : il ne varie pas avec les trois types de durées étudiées selon Baxter et al. (2008) et Schild et al. (2019), alors qu'il augmente avec la durée totale de mise-bas et le délai de naissance selon Fraser et al. (1997), Canario et al. (2004) et Islas-Fabila et al. (2018). Ces trois derniers auteurs n'ont pas étudié la durée cumulée de mise-bas.

Cependant, quel est le rapport de causalité ? Est-ce que ces durées sont plus longues car le ou les chiot(s) sont déjà mort(s) avant la mise-bas ? Ou à l'inverse, est-ce que c'est l'allongement de ces durées qui provoque la mort du chiot pendant la mise-bas ?

Plusieurs données dans la littérature sont en faveur de cette seconde hypothèse. Pour Gill (2001), l'asphyxie fœtale est la cause de 42,5% de la mortalité des chiots avant leur 6^e semaine de vie (mortinatalité comprise) et 82,2% des chiots mourant par asphyxie meurent durant la mise-bas ou dans les 24 premières heures de vie. Cette asphyxie est notamment induite par un long délai de naissance : le taux de mortalité par asphyxie fœtale augmente de 1% ($p < 0,007$) pour chaque augmentation de 10 minutes du délai de naissance. Le rang de naissance est aussi un des prédicteurs de la mortalité due à une

asphyxie fœtale : le taux de mortalité est multiplié par 9,99 pour chaque augmentation du rang de naissance ($p = 0,003$). Ainsi, le rang de naissance étant fortement relié à la durée cumulée de naissance, celle-ci est probablement aussi prédictive de cette mortalité. Enfin, selon Münnich et Küchenmeister (2009), les portées présentant des mort-nés et/ou des chiots nés vivants mais hypoxiques à la naissance, proviennent de mises-bas plus longues que les autres (médiane de 10 heures contre 5,5 heures pour les autres, $p < 0,001$). Ainsi l'asphyxie des chiots semble jouer un rôle important dans le taux de mortalité et est liée à un déroulement de la mise-bas long (cela est valable pour les trois types de durées explorés).

Selon Münnich et Küchenmeister (2009), le cordon ombilical chez le chiot est assez court. Lors de fortes contractions, une traction peut causer une rupture précoce du cordon ombilical ou du placenta. Selon Gill (2001), la mortalité par asphyxie du fœtus diminue d'ailleurs quand le chiot naît avec le placenta attaché (risque multiplié par 0,34). Une compression du cordon peut aussi avoir lieu par le fœtus et le tractus génital, affectant la circulation sanguine. Chaque contraction utérine est ainsi associée à une diminution de l'afflux sanguin vers le fœtus (Belin, 2013) et favorise son hypoxie. Fontbonne (1996) explique également que lors d'hypoxie, la première inspiration peut se réaliser quand le chiot est encore dans le liquide amniotique, entraînant sa noyade. Gill (2001) a en effet autopsié 14 chiots mort-nés et décédés à cause d'une asphyxie : les analyses histopathologiques sont revenues positives pour la présence de méconium dans les alvéoles pulmonaires pour 6 chiots. Ainsi, lors de durée de mise-bas, de délai de naissance et de durée cumulée de mise-bas prolongés, les risques d'hypoxie fœtale augmentent.

Le phénomène en cause est le même chez le porc. Selon Van Rens et Van der Lende (2004) et Schild et al. (2019), 71 à 82% des porcelets mort-nés meurent durant la mise-bas, majoritairement par asphyxie. Van Dijk et al. (2005) expliquent que les porcelets nés plus tard subissent des contractions utérines plus nombreuses. Ils présentent alors un plus grand risque de lésion, occlusion ou rupture du cordon ombilical, ou détachement du placenta, favorisant l'hypoxie du fœtus.

L'hypoxie entraîne, à terme, une acidose métabolique, une augmentation de la motilité intestinale et des dommages sévères aux divers organes, tels que le cerveau et le cœur. Cette défaillance multi-organique mène rapidement au

décès de l'animal, pendant la mise-bas, ou peu après la naissance (Gill, 2001 ; Münnich et Küchenmeister, 2009).

Cependant, la cause de décès des chiots nés morts n'est pas connue dans notre étude. L'appellation de « mort-né » ne fait d'ailleurs ici pas la différence entre les fœtus momifiés, les fœtus immatures morts in utero et avant la mise-bas et les chiots nés morts mais d'apparence normale. Ainsi, sur les 48 chiots mort-nés de l'étude, certains sont peut-être décédés antérieurement à la mise-bas. Ces derniers peuvent possiblement progresser moins vite dans le tractus génital de la mère, entraînant un déroulement de la mise-bas plus long. Cela est tout à fait imaginable dans le cas d'un fœtus mort et emphysémateux, en début de momification. Non seulement le chiot ne participe pas à sa progression dans le tractus génital, mais en plus, son emphysème généralisé complique son avancée. En effet, selon Gill (2001), la naissance d'un chiot anormal mort à la naissance (momifié, trop petit pour le terme ou avec une anomalie congénitale) est associée à un délai de naissance plus long. Sur la totalité des chiots nés dans son étude, 1,2% sont morts avant la mise-bas (fœtus momifiés et/ou d'apparence immature), soit 17% des mort-nés.

Ainsi, même si un déroulement plus long de la mise-bas entraîne une mortalité néonatale accrue, principalement par asphyxie fœtale, l'inverse peut également se produire. Les fœtus morts avant la naissance entraînent un allongement du délai de naissance et peut-être aussi un allongement de la durée de la mise-bas.

Tønnessen et al. (2012) indiquent que le risque de mortalité néonatale précoce (entre J0 et J7) est doublé dans la portée quand celle-ci comporte un ou des mort-nés. Cette affirmation suggère la présence d'une cause commune à la mortalité de ces chiots.

9/ Bilan sur les facteurs de variation du déroulement de la mise-bas

L'ensemble des paramètres étudiés et discutés ci-dessus, si l'on prend en compte la non-indépendance des chiots issus des mêmes mères, explique 56% de la variabilité de la durée totale de la mise-bas, et uniquement 25% de la variabilité du délai de naissance. D'autres facteurs font ainsi varier le déroulement de la mise-bas et n'ont pas été pris en compte ici. Chez le porc

notamment, de nombreux autres variables ont d'ores et déjà été étudiées. Chez la chienne, quelques informations supplémentaires sont disponibles.

a) Paramètres propres à la mère

Plusieurs autres paramètres maternels seraient intéressants à prendre en compte.

La durée totale de la mise-bas augmente notamment avec le degré de constipation de la mère (Oliviero et al., 2010). Il est possible que la constipation préexistante de la truie entraîne un passage plus difficile des fœtus durant la mise-bas, les fèces dans le colon et le rectum faisant obstacle en faisant pression sur l'utérus et le vagin. L'autre hypothèse est que la douleur provoquée par la constipation favorise le relargage d'opioïdes, diminuant la concentration circulante en ocytocine et ainsi l'efficacité des contractions de l'utérus. Permettre aux truies de se déplacer pendant la mise-bas réduirait la constipation et l'engraissement excessif durant la fin de gestation, ce qui permettrait de diminuer la durée de la mise-bas et limiterait ainsi la mortinatalité.

Le comportement de la mère joue également sur le déroulement de la mise-bas. Les truies plus agressives (Van Rens et Van der Lende, 2004) ou plus stressées (Hemsworth et al., 1999) voient respectivement leur durée totale de mise-bas et leur délai de naissance moyen se rallonger par rapport aux autres. Le phénomène a déjà été étudié chez la chienne : son stress semble rallonger les délais de naissance (Van der Weyden et al., 1989). De plus, selon Santos et al. (2020), l'utilisation de phéromones d'apaisement sur la chienne, pendant et après la mise-bas, a un impact bénéfique sur les soins que celle-ci va apporter aux chiots. Il est possible que cela influence également le déroulement de la mise-bas.

La durée de mise-bas augmente aussi avec la durée de gestation selon Van Rens et Van der Lende (2004) et Van Dijk et al. (2005), mais la raison de cet effet est pour l'instant encore inconnue.

Le nombre de changement de positions de la truie lors de la mise-bas varie également avec la durée totale de mise-bas et le délai de naissance (Mosnier et al., 2009).

Des concentrations sanguines plus élevées en œstradiol et en progestérone (concentration résiduelle) à la naissance du premier porcelet sont

associées à une augmentation de la durée de mise-bas (Bories, 2010). De même, une concentration sanguine en relaxine plus élevée dans les 14 heures précédant la mise-bas entraîne un allongement du délai de naissance (Wathes et al., 1989).

Le nombre d'œstrus avant insémination a été étudié chez la truie et n'influence pas la durée totale de mise-bas (Van Rens et Van der Lende, 2004).

Enfin, nous l'avons déjà évoqué, le déroulement de la mise-bas de la chienne varie probablement avec la race de la chienne. Zonturlu et Kaçar (2012) ont déjà mis en évidence des différences de délais de naissance plus importantes entre le Beagle et le Labrador qu'entre Labrador et le Berger Allemand, supposant une variation des durées de mise-bas avec le gabarit voire avec la race de la chienne (30 mises-bas au total).

Le déroulement de la mise-bas chez la chienne n'est par contre pas modifié lors d'hypothyroïdie médico-induite, même si les contractions sont alors plus longues mais moins fortes (Panciera et al., 2007 et 2012).

b) Paramètres propres à la mise-bas et à la portée

D'autres paramètres que la taille de la portée et propres à la mise-bas et à la portée semblent également pouvoir rentrer en jeu.

Chez le chien, 70% des présentations fœtales sont antérieures, contre 30% de postérieures. Selon Gill (2001), la mortalité des chiots par asphyxie est plus importante en présentation postérieure (mortalité multipliée par 1,64). Cela peut s'expliquer par une expulsion du fœtus plus longue en présentation postérieure (Million, 2004). Chez le chat, en présentation postérieure, du fait d'absence de pression de la tête sur le col, l'expulsion peut être prolongée (Freville, 2005).

La présence d'espace vide utérin n'affecte pas le délai de naissance chez la truie (Vallet et al., 2011). Cependant, il est possible que le délai de naissance dépende de quelle corne provient un fœtus donné par rapport au précédent. Chez le chien, le premier fœtus expulsé provient toujours de la corne qui en porte le plus grand nombre. Les trois quarts des chiots proviennent de la corne utérine controlatérale par rapport au fœtus précédent (13 mises-bas de chiennes Beagle, Van der Weyden et al., 1981).

Enfin, les paramètres placentaires semblent influencer le déroulement de la mise-bas chez la truie. Selon Van Rens et Van der Lende (2004), la durée de la mise-bas augmente avec l'épaisseur et le poids moyen du placenta. Le délai de naissance augmente avec le poids et l'épaisseur du placenta du fœtus en question. Le premier obstacle à la naissance du porcelet est son propre placenta et les membranes fœtales, le porcelet doit percer ces membranes pour pouvoir progresser dans le tractus génital. Un placenta plus épais offrirait plus de résistance et prolongerait donc la mise-bas. Le nombre moyen d'aréoles par placenta est plus élevé pour les mises-bas plus longues, mais ne varie pas avec le délai de naissance. Ce paramètre est ainsi a priori plutôt associé à la mère qu'au porcelet. Les aréoles représentent le nombre de glandes utérines présentes par lesquelles le placenta est attaché : un nombre élevé d'aréoles pourrait signifier un meilleur développement placentaire et utérin, l'utérus serait alors capable d'expulser plus rapidement les fœtus. Le type de placentation est cependant différent entre la truie et la chienne : il est de type épithéliochorial chez la truie et de type endothéliochorial chez la chienne. Les résultats seraient donc possiblement différents chez la chienne.

c) Paramètres environnementaux

Enfin, des facteurs environnementaux peuvent également influencer le déroulement de la mise-bas. Chez le vison, le type de nid fait varier le délai de naissance : celui-ci est de 58 min quand la mère n'a pas de possibilité de faire un nid, contre 36 minutes quand elle peut en faire un avec de la paille (Malmkvist et Palme, 2008). Chez la truie, la présence de chauffage au sol (Brandt et al., 2012), le type d'abri en plein air (Schild et al., 2019) ou encore le type de cage de mise-bas (Fraser et al., 1997) ne font pas varier le déroulement de la mise-bas. Par contre, la durée totale de la mise-bas et le délai de naissance sont plus longs quand la truie est en cage par rapport aux mises-bas en enclos (Oliviero et al., 2010). La présence de litière dans l'enclos diminue la durée de mise-bas chez les jeunes truies. Cependant, plus qu'un effet intrinsèque du type de litière, intervient également l'habituement des truies : les truies plus âgées ayant déjà été habituées à un enclos sans litière ont été au contraire perturbées, avec une augmentation de la durée de la mise-bas (Cronin et al., 1993).

Les possibilités de facteurs de variation du déroulement de la mise-bas sont donc nombreuses. Une meilleure compréhension des variations de la durée totale de mise-bas et du délai de naissance pourrait permettre de réduire le

stress et la fatigue de la mère lors de la mise-bas, ainsi que la mortinatalité. Nous allons voir si le déroulement de la mise-bas affecte la mortalité néonatale des chiots ainsi que leur croissance sur les 21 premiers jours de vie.

(C) Conséquences sur la mortalité néonatale des chiots

Dans notre étude, la mortalité néonatale totale (entre J0 et S3) est de 4,2%. Cette valeur est inférieure à celle trouvée dans la bibliographie (Tableau 3), de même que le taux de mortalité néonatale précoce (entre J0 et J2) ou celui de la première semaine de vie (entre J0 et J7) avec des taux respectifs de 1,3% et 3,3%. Comme pour le taux de mortinatalité, cela peut s'expliquer par un suivi très rapproché des chiennes et des chiots et à une hygiène adéquate au CESECAH. En effet, selon Mugnier et al. (2019), la mortalité des chiots est plus importante dans les petits élevages, en raison d'une moindre expérience des éleveurs, et dans les grands élevages, car les plus grands effectifs ne permettent parfois pas une surveillance adéquate des mises-bas et des chiots. D'autre part, certains auteurs tels que Gill (2001) prennent en compte la mortalité attribuable aux euthanasies réalisées sur chiots d'ores et déjà non confirmable au LOF (patch chez les Dalmatiens, absence de crête dorsale chez le Rhodesian Ridgeback). Les euthanasies pour non-conformité au standard ne sont pas réalisées au CESECAH.

Tableau 3 : Mortalité des chiots selon différents âges dans la bibliographie

Référence	Nombre de chiots dans l'étude	Mortalité en % (sur le nombre de chiots nés vivants)		
		J0-J2	J0-J7	J0-S3
<i>Valeurs de cette étude</i>	1182	1,3	3,3	4,2
<i>Gill (2001)</i>	2 574	*	9,8	*
<i>Tønnessen et al. (2012)</i>	58 439	*	3,7	*
	1 549 Labrador	*	5,0	*
<i>Belin (2013)</i>	2 288	2,2	6,1	8,8
<i>Mila (2015)</i>	532	7,1	*	20,6
<i>Brevaux (2018)</i>	6 664	3,2	6,8	9,1
	1 855 Labrador	1,8	*	6,2
<i>Mugnier et al. (2019)</i>	6 694	3,4	*	9,0

*Valeur non disponible

Les résultats statistiques de l'étude sont unanimes, les trois types de durées étudiés n'affectent pas la mortalité néonatale des chiots. La durée totale de la mise-bas n'a pas d'influence sur la présence ou absence de chiot(s) mort(s) dans la portée entre J0 et S3, ni entre J0 et J2. De même, les taux de mortalité entre J0 et J2 et entre J0 et S3 ne varient pas avec la durée totale de la mise-bas. Le délai de naissance et la durée cumulée de mise-bas ne sont pas non plus différents entre un chiot mort et un chiot vivant entre J0 et S3, ni entre J0 et J2.

Les taux de mortalité néonatale étant ici très faibles, il est cependant difficile d'obtenir des résultats significatifs avec ce nombre de chiots morts. L'effet du déroulement de la mise-bas sur la mortalité est aussi possiblement masqué par les soins apportés aux chiots, ou par les autres causes possibles de mortalité (anomalie congénitale, traumatisme infligé par la mère, etc.). Qu'en est-il donc de l'influence de la mise-bas sur la mortalité chez le chiot dans les autres études ?

Selon Gill (2001, 2 574 chiots), il n'y a pas de lien entre le délai de naissance et la mortalité des chiots sur les 42 premiers jours de vie (hors mort-nés). Nous avons pourtant vu que dans son étude, la principale cause de mortalité des chiots lors de délai de naissance prolongé de mise-bas est une hypoxie du fœtus, menant à la mort de celui-ci avant sa naissance ou dans les 24 premières heures de vie. Cependant, comme le montrent les deux figures issues de sa thèse (Figure 34), il semble que la mortalité due à une asphyxie fœtale corresponde quasiment parfaitement à la mortalité. Les chiots souffrant d'asphyxie sont ainsi morts majoritairement avant ou pendant la mise-bas et non après. La mortalité néonatale n'est alors pas affectée par le délai de naissance, mis à part pour le syndrome de dépérissement du chiot, qui apparaît surtout pour des délais de naissance de moins de 2 heures, avant de laisser place à la mortalité par asphyxie fœtale.

Selon Gill (2001) et Münnich et Küchenmeister (2014), le chiot résiste plus facilement à l'hypoxie que les adultes, grâce à divers moyens d'adaptation. Il y a chez le fœtus, une réduction de la consommation en oxygène et de la fonction des chémorécepteurs (une hypoxie modérée n'a pas d'effet sur les fréquences respiratoires et cardiaques). Une redistribution du flux sanguin se met en place vers les organes les plus sensibles à l'hypoxie, que sont le cerveau, le cœur, le diaphragme et les glandes surrénales, tandis que l'afflux vers la rate, le tractus

gastro-intestinal, la peau et les reins est diminué. En cas d'hypoxie sévère, une bradycardie réflexe associée se met en place. Enfin, la chute de la température immédiatement après la naissance semble être un phénomène physiologique efficace de protection contre les effets de l'hypoxie. Le taux de survie augmente en effet avec la baisse de l'activité métabolique. La température du chiot doit tout de même remonter dans les premières heures de vie, pour atteindre 35-36,5°C au bout de 24 heures, sous peine d'augmenter le risque de mortalité du chiot dans le cas contraire. Il est ainsi possible qu'un chiot survive après plusieurs minutes d'anoxie complète. Un chien adulte ne survit d'ailleurs que 3 minutes seulement après n'avoir respiré que de l'azote, alors que le nouveau-né survit jusqu'à 23 minutes.

Ces mécanismes de résistance à l'hypoxie pourraient expliquer que si le chiot hypoxique peut respirer à temps, il pourrait ensuite récupérer et ne pas décéder. La mortalité néonatale précoce ne serait ainsi pas affectée par la mise-bas.

Cependant, certains arguments vont contre cette hypothèse. Malgré cette adaptation, Münnich et Küchenmeister (2009) expliquent aussi que malgré tout, l'hypoxie favorise une translocation de bactéries et peut mener à un sepsis. Après une hypoxie sévère, les chiots survivants ont ainsi un haut risque de mortalité dans les premières 48 heures de vie, de cause différentes de l'hypoxie.

Selon Million (2004), la mortalité entre J0 et J2 augmente avec la durée de mise-bas ($p < 0,01$), même s'il n'y a pas de grande corrélation linéaire entre les deux (728 portées). Fontaine et al. (2016) expliquent que le taux de mortalité périnatale (mortinatalité et mortalité entre J0 et J2) augmente avec le délai de naissance. Elle est, sur 1615 mises-bas :

- autour de 10% si le délai de naissance dure moins de 1h30,
- entre 18 et 32% si le délai de naissance dure entre 1h30 et 4h30,
- grimpe à 60-70% si le délai de naissance est de plus de 4h30.

Il est possible que le délai de naissance n'influence en fait que le taux de mortinatalité, mais il est aussi tout à fait plausible que la mortalité entre J0 et J2 varie également, même si notre étude ne confirme pas ce lien.

Chez le porc, l'influence du déroulement de la mise-bas sur la mortalité post-natale est aussi discutée. Pour Baxter et al. (2008) et Schild et al. (2019), les trois types de durée de mise-bas n'influencent pas le taux de mortalité post-natale. Au contraire, selon Islas-Fabila et al. (2018), les 2 premiers et 2 derniers

porcelets ont les moins bons scores de vitalité, le plus long intervalle de naissance (60% plus long que les autres), le délai le plus long avant la première tétée (2 fois supérieur à celui des autres en moyenne) et les plus grandes altérations physiologiques (signes d'hypoxie avec une concentration sanguine en dioxygène moindre et une hyperlactatémie, signes de stress fœtal avec une hyperglycémie, qui peut aussi être due à une mobilisation des réserves face à l'hypoxie et hypercapnie). Même si le lien n'est pas direct entre les deux, il semble ainsi qu'un délai de naissance augmenté favorise les facteurs de morbidité chez le nouveau-né. Van Dijk et al. (2005) rejoignent cette idée, en expliquant que lorsque une asphyxie fœtale entraîne la naissance de porcelets vivants, ils sont tout de même moins viables, avec une diminution de leur croissance et de leur taux de survie jusqu'à l'âge de 10 jours. D'ailleurs, qu'en est-il de l'influence du déroulement de la mise-bas sur la croissance du chiot ?

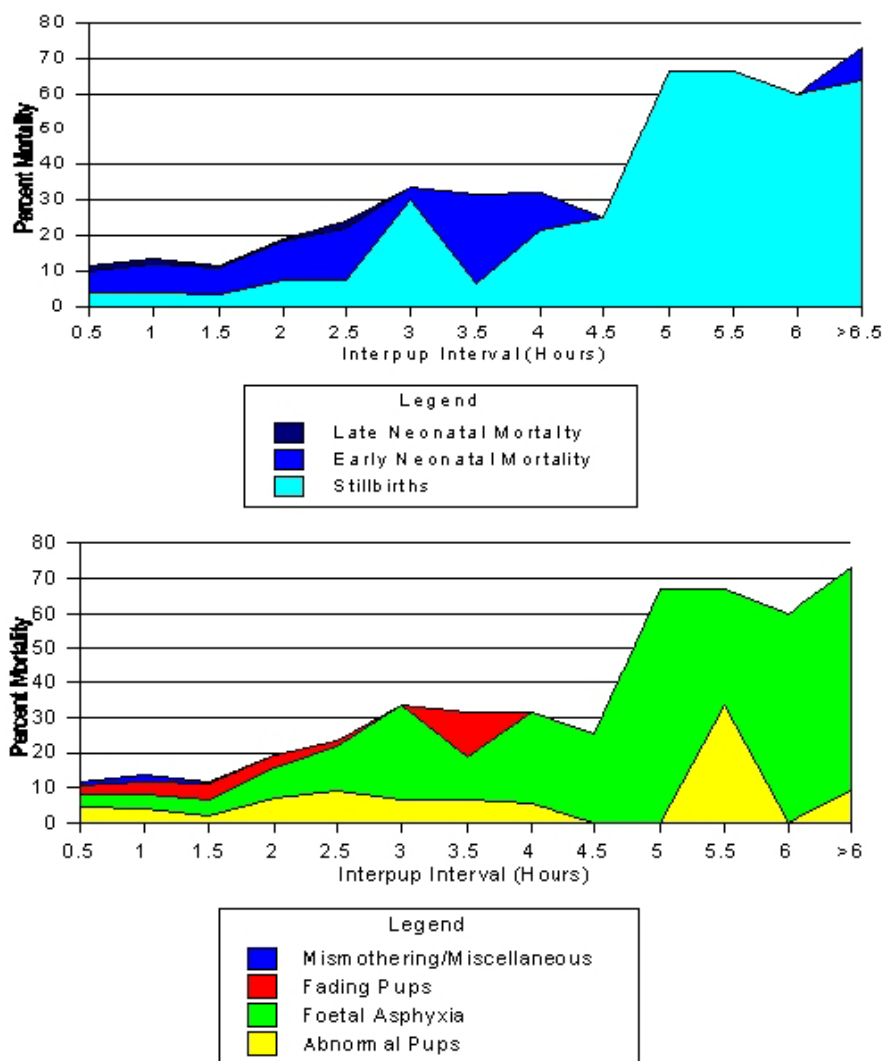


Figure 34 : Mortalité des chiots en fonction du délai de naissance, selon Gill (2001)
 « Early neonatal mortality » correspond ici à la mortalité sur les 7 premiers jours de vie, et
 « Late neonatal mortality » à celle entre le 7^e jour et le 42^e jour de vie.

(D) Conséquences sur la croissance

Dans cette étude, la médiane du taux de croissance des chiots entre J0 et J2 est de 7,5% (IQR : -22,9% - 48,0%) et la moyenne est de $7,6 \pm 9,7$ %. Sur les 1123 chiots vivants à J2, 23 % des chiots ont perdu du poids entre J0 et J2 et 12,4% ont un taux de croissance inférieur à -4% (seuil d'augmentation significative de la mortalité néonatale selon Mila et al., 2015). Ces résultats s'inscrivent dans ceux de la bibliographie, avec une médiane de croissance à 3,3% (IQR -4,9% – 13,2%) selon Mila (2015, toutes races) et jusqu'à 8,7 % (IQR : 1% - 15,4%) selon Lecarpentier et Martinez (2017). La valeur chez le Labrador est de 7,5% chez Mugnier et al. (2019, 1 846 chiots). Dans l'étude de Belin (2013, 2 288 chiots), 28,2% des chiots ont perdu du poids entre J0 et J2. Selon Brevaux (2018, 6 664 chiots), 22,9% des chiots ont perdu du poids, et 15,8% ont un taux de croissance inférieure à -4% sur cette période.

La médiane du taux de croissance entre J2 et J7 est de 60,4% (IQR : 50,0% - 70,0%) et celle du taux de croissance entre J7 et S3 est de 124% (IQR : 110% - 140%). Les valeurs disponibles dans la littérature sont moins nombreuses. Nos valeurs sont cependant semblables à celles de Lecarpentier et Martinez (2017) obtenues sur 2 744 chiots (étude multiraciale), avec une médiane de taux de croissance entre J2 et J7 de 50% (IQR : 37,5% - 62,5%) et entre J7 et S3 de 107,5% (IQR : 88,7% - 127,6%).

Aucune donnée n'est disponible dans la littérature vis-à-vis du gain total de la portée entre J0 et J2. Sa moyenne est de 287 ± 239 grammes notre étude.

L'augmentation de la durée totale de la mise-bas est associée à une diminution progressive du gain total de poids dans la portée entre J0 et J2. Ce gain total entre J0 et J2 ne dépend par contre pas de la taille de la portée. Il aurait en effet été possible que, étant donné que la durée de mise-bas augmente avec la taille de la portée, la variation du gain de poids avec la durée de la mise-bas soit expliquée par cette augmentation de la taille de la portée : les chiots étant plus nombreux, chacun a moins longtemps accès aux mamelles car il est en compétition avec les autres. Il ingère alors une moins grande quantité de lait et grandit moins. Ce n'est ainsi pas le cas. Il est donc possible que le stress et la fatigue de la mère, induits par une longue durée de la mise-bas, soient en cause. La chienne doit se remettre d'une longue mise-bas tout en devant s'occuper de ses chiots. Elle produit alors peut-être moins de colostrum et de

lait, ou de moins bonne qualité, qu'une autre chienne ayant moins souffert durant l'expulsion des chiots. En effet, une chienne stressée voit sa libération d'ocytocine diminuée, entraînant probablement une baisse de l'expulsion du lait. Les soins qu'elle apporte aux chiots peuvent aussi en être affecté. Le temps de tétée peut en être raccourci. Les chiots, moins bien traités et nourris, grandiraient alors moins bien. La durée de la mise-bas reste tout de même faiblement corrélée au gain de poids de la portée, ce gain variant toujours beaucoup pour une même classe de durée : par exemple, pour les portées issues d'une mise-bas de 0 à 4 heures, le gain de poids entre J0 et J2 peut aussi bien être négatif que supérieur à 800 g. Il nous faut donc étudier également les taux de croissance propres à chaque chiot.

La durée de la mise-bas a un effet significatif sur les taux de croissance des chiots, quelle que soit la période de vie étudiée. Une augmentation de la durée de la mise-bas entraîne une diminution du taux de croissance du chiot entre J0 et J2, comme entre J2 et J7. Elle entraîne cependant une augmentation du taux de croissance entre J7 et S3, uniquement pour les chiots provenant d'une mise-bas de plus de 10 heures. Le délai de naissance et la durée cumulée de naissance n'ont par contre aucune influence sur les taux de croissance du chiot, quelle que soit la période considérée.

Tous ces résultats corroborent notre hypothèse. Les deux durées propres au chiot (délai de naissance et durée cumulée de naissance) n'affectent pas sa croissance : une souffrance, fatigue et hypoxie du chiot sur des durées rallongées ne semble pas avoir d'effet sur sa croissance. Seule la durée totale de la mise-bas a un impact et s'étudie à l'échelle de la portée. Le déroulement de la mise-bas semble ainsi influencer la croissance des chiots par son impact sur la mère, plus que sur chaque chiot indépendamment des autres. Ainsi, les chiots d'une portée issue d'une mère ayant subi une durée de mise-bas longue ont une croissance plus faible entre J0 et J2 comme entre J2 et J7, par rapport aux chiots issus d'une mise-bas plus courte. Une étude comportementale sur les soins apportés aux chiots, ainsi qu'une autre sur l'influence de la durée de la mise-bas sur la production lactée de la mère seraient alors intéressantes, afin de confirmer ou infirmer notre hypothèse.

Il semble que l'impact sur la croissance du chiot diminue à partir du 7^e jour de vie. Les chiots issus des mises-bas les plus longues (durée supérieure à 10 heures) semblent même à l'inverse compenser leur retard de croissance, avec

une augmentation de leur taux de croissance entre J7 et S3 par rapport aux autres. Cela peut être dû à une complémentation en lait maternisé mise en place pour les chiots les plus en retard de croissance, ou à un mécanisme physiologique de compensation de retard de croissance.

Cette compensation à partir de J7 n'a cependant lieu que pour ceux qui sont, bien sûr, encore vivants. Or, le chiot qui a un taux de croissance moins important que les autres est, par son plus petit poids et ses faibles réserves énergétiques, plus sensible à la déshydratation, à l'hypothermie et à l'hypoglycémie. Cette triade mène rapidement à la mort du chiot. Le risque de mortalité qui en résulte est donc augmenté par rapport aux autres chiots. En effet, selon Mila et al. (2015), lorsque le chiot perd plus de 4% de son poids sur les deux premiers jours, le risque de mortalité néonatale est fortement augmenté et passe de 5% à 38,5%. De plus, le taux de croissance entre J0 et J2 est le reflet de la qualité du transfert colostrale (Chastant et al., 2018). Cela renforce donc notre hypothèse d'influence de la durée de la mise-bas sur la quantité et qualité de la sécrétion lactée de la mère et/ou qualité des soins maternels affectant l'ingestion via la durée de tétée. De même, selon Belin (2013), un taux de croissance négatif sur les deux premiers jours de vie est un facteur de risque de mortalité jusqu'à 50 jours d'âge. Une croissance plus faible (pas de seuil déterminé) entre J3-J7 et entre J7-S3 sont également des facteurs de risque de mortalité sur les périodes respectives J8-S3 et J22-J50.

Etant donné que le déroulement de la mise-bas affecte la croissance, une mesure de la durée totale de la mise-bas permet de détecter les chiots plus à risque que les autres. Ceux-ci pourront ainsi bénéficier, comme les chiots de petit poids de naissance, de soins supplémentaires adéquats.

III/ Durées de mise-bas vs dystocies

(A) Calcul de valeurs seuil de durée

Selon Münnich et Küchenmeister (2009), le risque de dystocie est plus élevé pour les mises-bas longue et les délais de naissance plus longs ($p < 0,001$, 530 mises bas). Million (2004) indique que la durée moyenne d'une mise-bas dystocique est de $11 \pm 6,1$ heures, contre $6,6 \pm 5,4$ heures pour une mise-bas eutocique. De plus, selon Runcan et Coutinho da Silva (2018), le risque de mortalité des chiots et de la mère augmente avec la durée de mise bas. Détecter des valeurs seuils de durée au-delà desquelles le risque de mortalité des chiots augmente significativement semble donc être un enjeu majeur pour la gestion des cas obstétricaux.

Cependant, ces seuils sont difficiles à déterminer. La mise en place de valeurs seuil est d'autant plus compliquée que des phases de repos sont courantes et physiologiques pendant la mise-bas (Gill, 2001).

Les signes d'alertes permettant de suspecter une dystocie et provenant de la littérature sont regroupés dans le [Tableau 4](#).

Les signaux d'alerte vis-à-vis de la durée de mise-bas et du délai de naissance varient selon les auteurs. Cela montre bien que la détermination des seuils est difficile. Comment l'établir ? En fonction de la mortalité des chiots associée ? Du risque de mortalité pour la chienne ? Faut-il essayer de déterminer un seuil en étudiant la différence entre une mise-bas eutocique et dystocique ? Il n'y a donc pas une valeur seuil, mais des valeurs seuils, qui varient en fonction du paramètre étudié. Ces valeurs permettent d'alerter l'éleveur et le vétérinaire afin de décider et d'agir en conséquence.

Tableau 4 : Signes d'alerte permettant de suspecter une dystocie

Signes d'alerte	Références
Gestation de plus de 65 jours post-ovulation ou 72 jours post-insémination	Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
La température rectale a chuté de 1 ou 2°C depuis plus de 24-36 heures, sans signe de travail OU la température rectale a chuté de 1 ou 2°C et est retournée à la normale	Humm (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Femelle malade, fébrile, en état de choc, hypertherme, avec possible perte de vigilance, pendant le travail	Humm (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Écoulement vaginal verdâtre à noirâtre avant la délivrance du premier chiot, en grande quantité et/ou depuis plus de 1 à 2 heures OU augmentation de l'écoulement sans contraction abdominale OU écoulement malodorant ou hémorragique	Münnich et Küchenmeister, (2009) Humm (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Plus de 4 heures se sont déroulées entre la rupture des membranes fœtales et l'expulsion du premier chiot OU plus de 2 à 4 heures de contractions intermittentes sans naissance du premier chiot	Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Le stade II de la mise-bas a commencé depuis plus de 10-12 heures (Runcan), mais forte augmentation du nombre de mort-nés dès 6h de mise-bas (Fontaine)	Fontaine et al. (2010) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Intervalle entre deux chiots de plus de 2 heures (Runcan), 3-4 heures (Fontbonne, Jonhston, Grandjean, Million, Münnich, De Cramer) OU travail faible, irrégulier et improductif depuis 2-3h (Runcan)	Fontbonne (1996) Johnston et al. (2001) Grandjean et al. (2003) Million (2004) Münnich et Küchenmeister, (2009) De Cramer (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Contractions forte et/ou constantes et improductives depuis plus de 30-40 min	Humm (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
La femelle a expulsé un ou des chiot(s) mort-né(s)	Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Membrane ou fœtus engagé ou apparent à la vulve, mettant plus d'une heure à être expulsé	Fontbonne (1996) Humm (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)
Position ou présentation anormale du fœtus (exemple : un seul membre apparent à la vulve)	Humm (2015) Runcan, et Coutinho da Silva (2018)

Grâce aux résultats encourageants de notre étude en ce qui concerne la mortinatalité, des seuils de durée ont été recherchés par analyse ROC. Ces seuils de durée totale de mise-bas, de délai de naissance et de durée cumulée de naissance sont respectivement de 6 heures 20 minutes, 55 minutes et 3 heures 15 minutes.

Ainsi, les chiots ayant un délai de naissance supérieur à 55 minutes voient leur risque de naître déjà mort multiplié par 4,33 et passer de 2,1% à 9,1%. Cette valeur est proche de celle déterminée par Cornelius et al. (2019), également par analyse ROC, de 62 minutes : le risque est alors multiplié par 4,0 avec une valeur prédictive positive de 14,5% (AUC de 0,61, étude sur 4091 chiots). Johnston et al. (2001), Grandjean et al. (2003), Million (2004) et De Cramer (2015) s'accordent ainsi à dire que le délai de naissance ne doit pas durer plus de 4 heures pour donner naissance à un chiot vivant. De Cramer (2015) indique que le délai de naissance dure souvent moins d'une heure, que ce délai devient inquiétant au bout de 2 heures et qu'il ne doit pas durer plus de 4 heures. Le seuil d'alerte semblerait cependant être selon notre étude et selon Cornelius et al. (2019) plus proche de 1 heure que de 4 heures. Gill (2001) trouve une valeur seuil intermédiaire de 90 minutes, au-delà desquelles la mortinatalité et mortinatalité précoce augmentent de façon importante.

Pour la durée totale de mise-bas, le risque d'obtenir au moins un chiot mort-né dans la portée passe de 12,3 à 41,6% quand la mise-bas dure plus de 6h20 et est ainsi multiplié par 3,38. Le seuil des 6 heures de Fontaine et al. (2010) de durée de mise-bas est ainsi cohérent (Tableau 4), mais ce seuil est loin des 12 heures de stade II de la mise-bas de Runcan et Coutinho da Silva (2018).

Pour la durée cumulée de naissance, la tendance est la même, avec une multiplication du risque par 5,51 lorsque les 3h15 sont dépassées. Le risque d'obtenir un mort-né passe alors de 1,6% à 9,0%.

L'aire sous la courbe est finalement la plus élevée pour le seuil de durée cumulée de naissance, elle est de 0,808, contre 0,710 et 0,758 pour la durée totale de mise-bas et le délai de naissance. La mortinatalité dépendrait ainsi plus de la durée cumulée de naissance que des deux autres types de durée.

Enfin, si ces valeurs seuils montrent des durées au-delà desquelles le taux de mortinatalité augmente fortement, la naissance d'un chiot mort-né reste

globalement un évènement rare, ce qui explique la présence de valeurs prédictives positives faibles : 43%, 9% et 11% respectivement pour la durée totale de mise-bas, le délai de naissance et la durée cumulée de naissance. Cela explique aussi pourquoi les sensibilités ne dépassent pas 75% (respectivement 74%, 73% et 73%). Ces valeurs seuils n'ont pas non plus une spécificité très élevée (67%, 67% et 72%), la mortinatalité n'étant pas uniquement dépendante des valeurs de durée du déroulement de la mise-bas.

Des seuils de durée totale de la mise-bas par rapport à la croissance des chiots ont également été recherchés mais n'ont par contre malheureusement pas pu être déterminés dans cette étude.

(B) Intérêt modéré des valeurs seuil

Ainsi, ces valeurs seuils sont intéressantes car elles vont apporter une aide dans la décision de prise en charge de la chienne. Il ne faut par contre pas oublier que la durée de la mise-bas la durée cumulée de naissance et les délais de naissance ne permettent pas à eux seuls de déterminer ou non si la mise-bas est dystocique ou s'il y a une augmentation du risque de mortalité (Tableau 4). Ce n'est pas forcément parce que les seuils sont dépassés qu'une intervention médicale ou chirurgicale est nécessaire, et inversement. Dans notre étude, le délai de naissance le plus long associé à un chiot vivant est de 5h30 et est donc bien supérieur au seuil ! De même, dans l'étude de Cornelius et al. (2019), un chiot est né vivant, malgré son délai de naissance de 34 heures. Plus largement, 90,9% des chiots ayant un délai de naissance supérieur au seuil naissent tout de même vivants. A l'inverse, se situer en dessous du seuil ne signifie pas non plus qu'il n'y a aucun risque pour les fœtus.

Il est ainsi évident que ces valeurs doivent être considérées tout en prenant en compte l'état clinique de la chienne et des chiots. La décision d'intervention nécessitera ainsi *a minima* un examen clinique complet de la mère et un bilan échographique afin d'estimer l'état de détresse des chiots (stress fœtal si la fréquence cardiaque est inférieure à 180 battements par minutes ; Runcan et Coutinho da Silva, 2018).

Une dystocie est ainsi belle et bien définie par la difficulté de la chienne à expulser les chiots, et pas systématiquement par une mise-bas anormalement longue. Selon Münnich et Küchenmeister (2009) et Runcan et Coutinho da Silva

(2018), la majorité des chiennes (respectivement 66,1% et 61,1%) montrent d'ailleurs des signes de dystocie avant même l'expulsion du premier fœtus. De plus, Darvelid et Linde-Forsberg (1994) expliquent que parmi les mères traitées entre 1h et 4h30 après le début de la phase II de la mise-bas, 5,8% des chiots sont mort-nés, contre 13,7% pour les chiennes traitées 5 à 24h après (182 dystocies). A cela s'ajoute le fait que selon Runcan et Coutinho da Silva (2018), un traitement médical a le plus de chance d'être efficace quand celui-ci est mis en place dans les 6 premières heures du stade II de la mise-bas. De même, Million (2004) et Fontaine et al. (2010) considèrent qu'une césarienne permet de diminuer le taux de mortalité périnatale que si elle est réalisée assez tôt, sans qu'une valeur seuil ne soit proposée.

Ainsi, un diagnostic précoce est primordial pour obtenir une réelle efficacité de la prise en charge, qu'elle soit médicale ou chirurgicale. Cela est cependant très dépendant des éleveurs : 6,5% des propriétaires n'emmènent en effet leur chienne chez le vétérinaire qu'après 16 heures depuis le début du stade II de la mise-bas (31 dystocies). Million (2004) indique qu'une césarienne est ainsi décidée en moyenne au bout de 9 heures depuis le début de l'expulsion des chiots (198 césariennes).

Ainsi, les valeurs seuils sont des signaux d'alerte utiles, mais dont leur utilisation doit être faite avec une bonne compréhension de leur signification. Connaître des valeurs seuils sans vraiment savoir à quoi elles correspondent, pourrait pousser les propriétaires, éleveurs voire vétérinaires à ne s'inquiéter qu'une fois ces durées dépassées.

CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire, pour la première fois et de façon détaillée, le déroulement de la mise-bas de la chienne en race Labrador, par différents paramètres de durée, que sont la durée totale de la mise-bas, le délai de naissance et la durée cumulée de naissance.

Parmi tous les facteurs de variation étudiés, seuls la taille de la portée et le rang de naissance impactent réellement le déroulement de la mise-bas.

Comme cela était supposé, un prolongement des trois types de durées étudiées est associé à un plus haut risque de mortinatalité, probablement associé à un risque augmenté d'hypoxie fœtale. A plus long terme et de façon plus surprenante, la durée totale de la mise-bas a un impact sur la croissance néonatale des chiots. Cela suggère que lorsque la chienne a fourni un effort trop important lors de la mise-bas, cela affecte sa production de colostrum puis de lait, voire les soins qu'elle apporte aux chiots. Cette diminution du taux de croissance sur la première semaine de vie entraîne une augmentation du risque de mortalité néonatale selon la littérature. Cependant, une potentielle influence de la durée de la mise-bas sur le taux de mortalité néonatale n'a pas été démontrée dans cette étude et reste à prouver.

Pour les éleveurs comme pour les vétérinaires, avoir quelques valeurs chiffrées en tête peut ainsi être utile. Même si ces durées ne permettent pas de dire s'il y a dystocie ou non, trois valeurs seuils au-delà desquels la mortinatalité augmente fortement ont été mises en évidence :

- Une durée totale de mise-bas de 6 heures et 20 minutes
- Un délai de naissance de 55 minutes
- Une durée cumulée de naissance de 3 heures et 15 minutes

A l'avenir, la réalisation d'autres études pourront permettre d'approfondir et de compléter les informations que nous avons sur le déroulement de la mise-bas. Une étude multiraciale permettrait notamment de savoir si les durées varient ou non avec la race, surtout chez une espèce comme le chien, où le gabarit varie énormément. Il serait également intéressant d'étudier la variabilité du déroulement d'une mise-bas pour une même mère. Il est possible qu'une chienne ayant déjà eu une mise-bas plutôt longue, voit le même phénomène se reproduire à la mise-bas suivante. Si c'est le cas, on pourrait se baser sur les

valeurs de référence de la chienne pour la surveillance de ses mises-bas suivantes. Enfin, il serait également pertinent, au vu des résultats de cette étude, de se pencher sur l'influence de la durée totale de la mise-bas sur la production lactée de la mère. Il serait ainsi intéressant d'étudier la qualité et la quantité du colostrum puis du lait produit par la mère, son comportement de nursing, ainsi que le comportement de tétée des chiots en fonction de la durée totale de la mise-bas.

AGREMENT SCIENTIFIQUE
En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, Sylvie CHASTANT, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Emeline SCHIEBEL** intitulée « **Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race Labrador** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 28/09/2020
Enseignant-chercheur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeure Sylvie CHASTANT

Sylvie Chastant
École Nationale Vétérinaire de Toulouse
Reproduction
23 chemin des Capelles
31076 TOULOUSE cedex 03
France

Vu :
Le Directeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS

Pierre Sans


Vu :
Le Président du jury
Professeur Olivier PARANT

Olivier Parant
Professeur Olivier PARANT
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
RPPS 10004001763
Service de Gynécologie-Obstétrique
CHU de Toulouse - Hôpital Paul de Viguière
31034 - 31059 TOULOUSE Cedex 9

Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul Sabatier
M. Jean-Marc BRÉTO

Jean-Marc Bréto

Mme Emeline SCHIEBEL
a été admise(e) sur concours en : 2015
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 09.07.2019
a validé son année d'approfondissement le : 16.07.2020
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider

BIBLIOGRAPHIE

BAAN, M., TAVERNE, M. A. M., KOOISTRA, H. S., DE GIER, J., DIELEMAN, S. J. et OKKENS, A. C., 2005. Induction of parturition in the bitch with the progesterone-receptor blocker aglepristone. *Theriogenology*. Vol. 63, n° 7, p. 1958-1972. DOI 10.1016/j.theriogenology.2004.09.008.

BAXTER, E. M., JARVIS, S., D'EATH, R. B., ROSS, D. W., ROBSON, S. K., FARISH, M., NEVISON, I. M., LAWRENCE, A. B. et EDWARDS, S. A., 2008. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology*. Vol. 69, n° 6, p. 773-783. DOI 10.1016/j.theriogenology.2007.12.007.

BELIN, M., 2013. *Croissance et mortalité du chiot en élevage*. Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <http://oatao.univ-toulouse.fr/10834/>.

BIANCHI, I., LUCIA JUNIOR, T., DESCHAMPS, J. C., SCHNEIDER, A., RABASSA, V. R. et CORRÊA, M. N., 2010. Performance parameters linked to the parturition of first and second parturition sows. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Vol. 39, n° 6, p. 1359-1362. DOI 10.1590/S1516-35982010000600027.

BORIES, P., 2010. *Chronopart de la truie en élevage : effet de la durée de mise bas sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/3385/>

BRANDT, P., MOUSTSEN, V. A., NIELSEN, M. B. F. et KRISTENSEN, A. R., 2012. Floor heating at farrowing in pens for loose-housed sows. *Livestock Science*. Vol. 143, n° 1, p. 1-4. DOI 10.1016/j.livsci.2011.07.020.

BREVAUX, J., 2018. *Relation entre le poids de naissance, la croissance précoce, l'hétérogénéité du poids de naissance au sein de la portée et le risque de mortalité néonatale et pédiatrique*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/21643/>.

CANARIO, L., GRUAND, J., ROY, N., CARITEZ, J.C., BILLON, Y., TRIBOUT, T. et BIDANEL, J. P., 2004. Variabilité entre types génétiques et intra-race de la durée de mise bas. Relations avec la taille de la portée et la mortalité périnatale des porcelets. *Journées Recherche Porcine*. DOI 36:293-300

CARLSON, Nicole S., HERNANDEZ, Teri L. et HURT, K. Joseph, 2015. *Parturition dysfunction in obesity: time to target the pathobiology*. Reproductive biology and endocrinology: RB&E. Vol. 13, p. 135. DOI 10.1186/s12958-015-0129-6.

CELLARD, F., 2018. *État corporel du labrador : impact de facteurs néonataux et adultes*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/25390/>.

CHASTANT, S., MILA, H., VIAUD, C., MARCHETEAU, E., REYNAUD, K. et GRELLET, A., 2018. Passive immune transfer in puppies. *Bulletin Académique Vétérinaire de France*. Tome 171, n°2. DOI 10.4267/2042/69045.

CHASTANT-MAILLARD, S., GUILLEMOT, C., FEUGIER, A., MARIANI, C., GRELLET, A. et MILA, H., 2017. Reproductive performance and pre-weaning mortality: Preliminary analysis of 27,221 purebred female dogs and 204,537 puppies in France. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 52, n° S2, p. 158-162. DOI 10.1111/rda.12845.

CONCANNON, P. W., 2011. Reproductive cycles of the domestic bitch. *Animal Reproduction Science*. Vol. 124, n° 3, p. 200-210. DOI 10.1016/j.anireprosci.2010.08.028.

CORNELIUS, A. J., MOXON, R., RUSSENBERGER, J., HAVLENA, B. et CHEONG, S. H., 2019. Identifying risk factors for canine dystocia and stillbirths. *Theriogenology*. Vol. 128, p. 201-206. DOI 10.1016/j.theriogenology.2019.02.009.

CRONIN, G. M., SCHIRMER, B. N., MCCALLUM, T. H., SMITH, J. A. et BUTLER, K. L., 1993. The effects of providing sawdust to pre-parturient sows in farrowing crates on sow behaviour, the duration of parturition and the occurrence of intra-partum stillborn piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 36, n° 4, p. 301-315. DOI 10.1016/0168-1591(93)90128-C.

DARVELID, A. W. et LINDE-FORSBERG, C., 1994. Dystocia in the bitch: A retrospective study of 182 cases. *Journal of Small Animal Practice*. Vol. 35, n° 8, p. 402-407. DOI 10.1111/j.1748-5827.1994.tb03863.x.

DE CRAMER, K., 2015. *Breeding is a bitch: Reference book on dog breeding*. Kejafa Knowledge Works. Krugersdorp, Afrique du Sud, 308 p. ISBN 978-0-9921910-6-1.

FELDMAN, E. C., NELSON, R. W., REUSCH, C. et SCOTT-MONCRIEFF, J. C., 2014. Canine and Feline Endocrinology. *Elsevier Health Sciences*. 688 p. ISBN 978-1-4557-4457-2.

FONTAINE, E., GRELLET, A., LEVY, X. et FONTBONNE, A., 2008. Dystocia and neonatal mortality: A retrospective study on 1615 bitches. *World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings*, Dublin.

FONTAINE, E., MIR, F., VANNIER, F. et FONTBONNE, A., 2010. Utilisation du laboratoire en gynécologie et andrologie canines. *Revue Francophone des Laboratoires*. Vol. 2010, n° 420, p. 57-67. DOI 10.1016/S1773-035X(10)70421-4.

FONTBONNE, A., 1996. *Faire reproduire son chien ou sa chienne, les clés d'une pratique réussie*. Maradi, France, 304 p. ISBN 2-910129-05-5.

FONTBONNE, A., FONTAINE, E., LÉVY, X., BACHELLERIE, R., BERNEX, F., ATAM-KASSIGADOU, S., GUFFROY, M., LEBLOND, E. et BRIANT, E., 2009. Induction of Parturition with Aglepristone in Various Sized Bitches of Different Breeds. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 44, n° s2, p. 170-173. DOI 10.1111/j.1439-0531.2009.01377.x.

FRASER, D., PHILLIPS, P. A. et THOMPSON, B. K., 1997. Farrowing behaviour and stillbirth in two environments: An evaluation of the restraint-stillbirth hypothesis. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 55, n° 1, p. 51-66. DOI 10.1016/S0168-1591(97)00007-5.

FREVILLE, A., 2005. *Conduite à tenir en obstétrique canine et féline*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Disponible à l'adresse : <https://catalogue-archipel.univ-toulouse.fr>

GILL, M. A., 2001. *Perinatal and late neonatal mortality in the dog*. PhD dissertation, University of Sydney. Disponible à l'adresse : <https://europepmc.org/article/eth/1050>

- GRANDJEAN, D., PIERSON, P., CACCIANI, F., PAWLOWIEZ, S. et MICHALLET, T., 2003. *Guide pratique de l'élevage canin*. Troisième édition. Aniwa, France. ISBN 2-7476-0064-5.
- GROPPELTI, D., PECILE, A., PALESTRINI, C., MARELLI, S.P. et BORACCHI, P., 2017. A National Census of Birth Weight in Purebred Dogs in Italy. *Animals*, Vol. 7, n° 6, p. 43. DOI 10.3390/ani7060043.
- GUILLEMOT, C., 2015. *Performances de reproduction de l'élevage canin en France*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/14440/>
- HEMSWORTH, P. H., PEDERSEN, V., COX, M., CRONIN, G. M. et COLEMAN, G. J., 1999. A note on the relationship between the behavioural response of lactating sows to humans and the survival of their piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 65, n° 1, p. 43-52. DOI 10.1016/S0168-1591(99)00047-7.
- HOLM, B., BAKKEN, M., VANGEN, O. et REKAYA, R., 2004. Genetic analysis of litter size, parturition length, and birth assistance requirements in primiparous sows using a joint linear-threshold animal model. *Journal of Animal Science*. Vol. 82, n° 9, p. 2528-2533. DOI 10.2527/2004.8292528x.
- HUMM, K., 2012. How to manage the bitch in dystocia. *WSAVA/FECAVA/BSAVA World Congress*, Angleterre, Birmingham. Disponible à l'adresse : <https://www.vin.com/doc/?id=6699058>.
- ISLAS-FABILA, P., MOTA-ROJAS, D., MARTÍNEZ-BURNES, J., MORA-MEDINA, P., GONZÁLEZ-LOZANO, M., ROLDÁN-SANTIAGO, P., GREENWELL-BEARE, V., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M., VEGA-MANRÍQUEZ, X. et OROZCO-GREGORIO, H., 2018. Physiological and metabolic responses in newborn piglets associated with the birth order. *Animal Reproduction Science*. Vol. 197, p. 247-256. DOI 10.1016/j.anireprosci.2018.08.037.
- JOHNSTON, S. D., ROOT KUSTRITZ, M. V. et OLSON, P. N. S., 2001. Canine parturition – Eutocia and Dystocia. *Canine and feline theriogenology*. Saunders Company, Philadelphia, p. 105-128.
- LANDAIS, E, COULON, JB, FAYE, B, GAREL, JP, LESCOURRET, F, OLLIER, A et PÉROCHON, L, 1995. Distribution nyctémérale des vêlages en stabulation entravée. *Annales de zootechnie*. Vol. 44, n° 2, p. 143-151. hal-00889173
- LECARPENTIER, M. et MARTINEZ, C., 2017. *La croissance du chiot entre 0 et 2 mois : établissement de courbes de croissance de référence par race*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/19686/>.
- LOPATE, C., 2012. *Management of Pregnant and Neonatal Dogs, Cats, and Exotic Pets*. John Wiley & Sons, Wilsonville, Etats-Unis, .340 p. ISBN 978-1-118-34462-0.
- MALMKVIST, J. et PALME, R., 2008. Periparturient nest building: Implications for parturition, kit survival, maternal stress and behaviour in farmed mink (*Mustela vison*). *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 114, n° 1, p. 270-283. DOI 10.1016/j.applanim.2008.01.018.

- MILA, H., 2015. *Neonatal period in the dog: Immunological and nutritional determinants for survival*. Thèse d'université de l'Institut Polytechnique de Toulouse. Disponible à l'adresse : <http://oatao.univ-toulouse.fr/15972/1/Mila.pdf>.
- MILA, H., GRELLET, A., FEUGIER, A. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2015. Differential impact of birth weight and early growth on neonatal mortality in puppies. *Journal of Animal Science*. Vol. 93, n° 9, p. 4436-4442. DOI 10.2527/jas.2015-8971.
- MILLION, C. M., 2004. *Déroulement de la mise bas chez la chienne : analyse des dossiers cliniques du centre d'études en reproduction des carnivores de 1989 à 2002*. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. Disponible sur le site : theses.vet-alfort.fr
- MOSNIER, E., DOURMAD, J.-Y., ETIENNE, M., LE FLOC'H, N., PÈRE, M.-C., RAMAEKERS, P., SÈVE, B., VAN MILGEN, J. et MEUNIER-SALAÜN, M. C., 2009. Feed intake in the multiparous lactating sow: its relationship with reactivity during gestation and tryptophan status. *Journal of Animal Science*. Vol. 87, n° 4, p. 1282-1291. DOI 10.2527/jas.2008-1009.
- MUGNIER, A., MILA, H., GUIRAUD, F., BRÉVAUX, J., LECARPENTIER, M., MARTINEZ, C., MARIANI, C., ADIB-LESAUX, A., CHASTANT-MAILLARD, S., SAEGERMAN, C. et GRELLET, A., 2019. Birth weight as a risk factor for neonatal mortality: Breed-specific approach to identify at-risk puppies. *Preventive Veterinary Medicine*. 2019. Vol. 171. DOI 10.1016/j.prevetmed.2019.104746.
- MÜNNICH, A. et KÜCHENMEISTER, U., 2009. Dystocia in Numbers - Evidence-Based Parameters for Intervention in the Dog: Causes for Dystocia and Treatment Recommendations. *Reproduction in domestic animals*. Vol. 44 Suppl 2, p. 141-7. DOI 10.1111/j.1439-0531.2009.01405.x.
- 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*. Vol. 49 Suppl 2, p. 64-74. DOI 10.1111/rda.12329.
- OLIVIERO, C., HEINONEN, M., VALROS, A. et PELTONIEMI, O., 2010. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal Reproduction Science*. Vol. 119, n° 1, p. 85-91. DOI 10.1016/j.anireprosci.2009.12.009.
- PANCIERA, D. L., PURSWELL, B. J. et KOLSTER, K. A., 2007. Effect of short-term hypothyroidism on reproduction in the bitch. *Theriogenology*. Vol. 68, n° 3, p. 316-321. DOI 10.1016/j.theriogenology.2007.04.026.
- PANCIERA, D. L., 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*. Vol. 26, n° 2, p. 326-333. DOI 10.1111/j.1939-1676.2011.00872.x.
- RUNCAN, E. E. et COUTINHO DA SILVA, M. A., 2018. Whelping and Dystocia: Maximizing Success of Medical Management. *Topics in Companion Animal Medicine*. Vol. 33, n° 1, p. 12-16. DOI 10.1053/j.tcam.2018.03.003.

SANTOS, Natalia R., BECK, Alexandra, BLONDEL, Thomas, MAENHOUDT, Cindy et FONTBONNE, Alain, 2020. Influence of dog-appeasing pheromone on canine maternal behaviour during the peripartum and neonatal periods. *Veterinary Record*. Vol. 186, n° 14, p. 449-449. DOI 10.1136/vr.105603.

SCHILD, S. L. A., RANGSTRUP-CHRISTENSEN, L., THORSEN, C. K., BONDE, M. K. et PEDERSEN, L. J., 2019. The course of parturition in two sow genotypes and two hut designs under free-range conditions. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 213, p. 55-64. DOI 10.1016/j.applanim.2019.02.005.

TØNNESEN, R., BORGE, K. S., NØDTVEDT, A. et INDREBØ, A., 2012. Canine perinatal mortality: A cohort study of 224 breeds. *Theriogenology*. Vol. 77, n° 9, p. 1788-1801. DOI 10.1016/j.theriogenology.2011.12.023.

TRANGERUD, C., GRØNDALEN, J., INDREBØ, A., TVERDAL, A., ROPSTAD, E. et MOE, L., 2007. A longitudinal study on growth and growth variables in dogs of four large breeds raised in domestic environments. *Journal of Animal Science*. Vol. 85, n° 1, p. 76-83. DOI 10.2527/jas.2006-354.

VALLET, J. L., FREKING, B. A. et MILES, J. R., 2011. Effect of empty uterine space on birth intervals and fetal and placental development in pigs. *Animal Reproduction Science*. Vol. 125, n° 1, p. 158-164. DOI 10.1016/j.anireprosci.2011.03.006.

VAN DER WEYDEN, G. C., TAVERNE, M. A., OKKENS, A. C. et FONTIJNE, P., 1981. The intra-uterine position of canine foetuses and their sequence of expulsion at birth. *The Journal of Small Animal Practice*. Vol. 22, n° 8, p. 503-510. DOI 10.1111/j.1748-5827.1981.tb00637.x.

VAN DER WEYDEN, G. C., TAVERNE, M. a. M., DIELEMAN, S. J., WURTH, Y., BEVERS, M. M. et OORD, H. A., 1989. Physiological aspects of pregnancy and parturition in dogs. *Journal of Reproduction and Fertility*. Vol. 39, p.211-224. Disponible à l'adresse : <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB9013616>.

VAN DIJK, A. J., VAN RENS, B.T., VAN DER LENDE, T. et TAVERNE, M. A., 2005. Factors affecting duration of the expulsive stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings. *Theriogenology*. Vol. 64, n° 7, p. 1573-1590. DOI 10.1016/j.theriogenology.2005.03.017.

VAN RENS, B. et VAN DER LENDE, T., 2004. Parturition in gilts: duration of farrowing, birth intervals and placenta expulsion in relation to maternal, piglet and placental traits. *Theriogenology*. Vol. 62, n° 1, p. 331-352. DOI 10.1016/j.theriogenology.2003.10.008.

WATHES, D. C., KING, G. J., PORTER, D. G. et WATHES, C. M., 1989. Relationship between pre-partum relaxin concentrations and farrowing intervals in the pig. *Journal of Reproduction and Fertility*. Vol. 87, n° 1, p. 383-390. DOI 10.1530/jrf.0.0870383.

ZONTURLU, A. K. et KAÇAR, C., 2012. Effect on Gestation Length of Litter Size, and Inter-Pup Interval, Change of Rectal Temperature in German Shepherd and Labrador Retriever Bitches. *Harran Üniv Vet Fak Derg*. Vol. 1, p. 103-106.

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation orale acceptée au *International Symposium on Canine and Feline Reproduction (ISCFR)*, ayant lieu du 21 au 24 juin 2021 à Milan et organisé par la *European Veterinary Society For Small Animal Reproduction (EVSSAR)*



Duration of whelping in Labrador bitches: variation factors and consequences on puppy neonatal health.

Mugnier A¹, Schiebel E¹, Morin A², Chastant-Maillard S¹

¹Neocare, UMR 1225, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 31076 France, and
²CESECAH, Lezoux, 63190 France.

sylvie.chastant@envt.fr

Duration of parturition process belongs to the parameters submitted to selection in the porcine industry because of its association with newborn mortality [1]. In contrast, very few scientific studies focused on whelping duration in the canine species. The aim of the present study was 1) to investigate factors affecting the duration of whelping and 2) to evaluate its influence on puppy neonatal health.

Whelpings (C sections excluded) of 141 litters from 73 Labrador bitches were observed in one kennel (CESECAH). Time elapsed from the expulsion of the first puppy to the last one was defined as “whelping duration”. After bivariate analysis, a multivariate linear mixed model (R software) was performed to test the influence of several factors on the duration of whelping at the litter level, with dam as random effect: dam age at whelping, dam parity, dam weight, period of the onset of whelping (day/night), total litter size (total number of puppy born), total litter weight at birth, litter birth weight heterogeneity (within-litter birth weight coefficient of variation), litter sex ratio, presence of stillborn in the litter. Puppies were observed and weighted during the first three weeks of life: consequences of whelping duration on early neonatal mortality (0-2 days), total neonatal mortality (0-21 days) and growth rates (0-2 days, 2-7 days and 7-21 days) were tested (Kruskall-Wallis).

The total duration of whelping was 6.2 ± 3 hours (mean \pm SD; min 54, max 1200 min) with mean litter size of $8.4 (\pm 2.3)$. From all parameters evaluated, only two were found significantly associated with whelping duration after multivariate analysis: total litter size ($p < 0.001$) and presence of stillborn in the litter ($p = 0.02$). Nevertheless, whelping duration was only weakly correlated with litter size ($r^2 = 0.15$). Whelpings lasted 7.9 ± 3.6 hours for litters with at least one stillborn ($n = 35$ litters) vs 5.7 ± 2.5 hours without stillborn ($n = 106$). Concerning the influence of the duration of whelping on puppy health, no relationship was found with the mortality rate between 0-2 days or 0-21 days of life.

However, the increasing duration of whelping had a significant negative effect on 0-2 days and 2-7 days growth rates (both $p < 0.001$). Proportion of puppies who lost weight during the first 2 days of life was 14.5% ≤ 6 hrs (n=546 puppies) vs 31.5% > 6 hours (n=577).

As expected long whelpings are associated with a higher risk of mortality and more surprisingly they also have a long term impact on growth. This suggests that bitches having experienced a long whelping have a decreased colostrum and milk production. Their litters thus require specific nursing including nutritional and immunological support [2].

[1] Oliviero C, Heinonen M, Valros A, et al. Environmental and sow related factors affecting duration of farrowing, *Anim Reprod Sci.* 2009 119:85-91.

[2] Mila H, Grellet A, Feugier A, et al. Differential impact of birth weight and early Growth on neonatal mortality in puppies. *J Anim Sci.* 2015 93:4436-42.

Annexe 2 : Présentation d'une affiche acceptée au congrès organisé par l'Association Française des Vétérinaires pour Animaux de Compagnie (AFVAC) ayant lieu du 10 au 12 décembre 2020, à Bordeaux



PARC DES EXPOSITIONS - BORDEAUX
Palais 2 l'Atlantique

10 > 12 DÉCEMBRE 2020

Le rendez-vous annuel des vétérinaires pour animaux de compagnie



Impact du déroulement de la mise-bas chez la chienne sur la santé et la croissance néonatales du chiot

Schiebel E¹, Mugnier A¹, Morin A², Chastant S¹

¹Neocare, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 31076 France, et ²CESECAH, Lezoux, 63190 France.

emeline.schiebel_15@envt.fr

La durée écoulée depuis le début de la mise-bas et l'intervalle écoulé depuis la naissance du chiot précédent sont des paramètres indicateurs du bon déroulement de la mise-bas. Ils sont utilisés comme signes d'alerte de dystocie [1, 2] mais leur impact est évalué essentiellement sur le taux de mortinatalité, donc à très court terme. D'autre part, la mise-bas mobilise de grandes quantités de ressources chez la femelle : les conséquences de cet effort sur la survie et la croissance des chiots ne sont pas connues. L'objectif de ce travail était donc d'étudier i) chez le chiot, l'impact du temps nécessaire à son expulsion sur son risque de mortalité néonatale (jusqu'à 21 jours de vie) et sur sa croissance ; ii) chez la chienne, l'impact de la durée totale de mise-bas sur la survie et la croissance de la portée.

Le déroulement de 141 mises-bas (césariennes exclues) de 73 chiennes de race Labrador d'un même élevage a été observé visuellement par un opérateur. L'heure de naissance de chaque chiot (1182 chiots) a été enregistrée. Pour chaque mise-bas, la durée écoulée entre la naissance du premier chiot et celle du dernier chiot définit la durée de la mise-bas. Les facteurs de variation des délais (entre deux chiots, depuis la naissance du premier chiot, durée totale) ont été identifiés par une analyse multivariée (modèle linéaire mixte, logiciel R). Les chiots ont été pesés à la naissance (J0) puis au cours des 3 premières semaines de vie. Les taux de croissance ont été calculés selon la formule : Taux de croissance entre Ja et Jb = (Poids Jb – Poids Ja)/Poids Ja x 100. La date de mort a été enregistrée le cas échéant. Les conséquences du déroulement de la mise-bas sur les taux de mortalité néonatale précoce (0-2 jours), mortalité néonatale totale (0-21 jours) et sur les taux de croissance entre J0 et J2, J2 et J7, J7 et J21 ont été évaluées (test de Kruskal-Wallis).

Le taux de mortinatalité de la population a été de 4,1% (48 sur 1182 chiots), le taux de mortalité entre 0 et 2 jours de 1,3 % (15/1134) et le taux de mortalité néonatale totale de 4,2% (48/1134).

L'intervalle de naissance (temps écoulé depuis la naissance du chiot précédent) était de 50±46 minutes (moyenne±écartype ; n=1038 chiots ; min : 1 ; max : 720). Il ne variait pas en fonction du sexe du chiot, ni de son poids, mais augmentait avec le rang de

naissance ($p < 0,001$). Chez les chiots nés vivants ($n=993$), l'intervalle de naissance était de 48 ± 37 min, contre 112 ± 119 min pour les chiots mort-nés ($n=45$; $p < 0,05$). Le délai de naissance n'a eu ensuite aucune influence sur la mortalité néonatale ni sur la croissance du chiot, quelle que soit la période considérée.

La durée entre l'expulsion du chiot et le début de la mise-bas était de 173 ± 153 (min : 0 ; max : 1200). Le taux de mortinatalité des chiots avec une durée d'expulsion de plus de 3 heures (39 sur 454 chiots) était de 8,6% contre 1,2% avec une durée d'expulsion inférieure (9/725). La durée entre l'expulsion du premier chiot et le début de la mise-bas était de 385 ± 253 min pour les chiots nés vivants ($n=1131$) vs 164 ± 141 min chez les chiots nés morts ($n=48$). Ultérieurement, le temps nécessaire à l'expulsion n'a eu aucun effet significatif ni sur la mortalité, ni sur la croissance du chiot néonatales.

La durée totale de la mise-bas était de $6,2 \pm 3$ heures (min 54, max 1200). Elle n'était pas influencée par la parité, le poids de la mère, le moment de la journée (jour/nuit) auquel la mise-bas a débuté, le poids total de la portée à la naissance mais uniquement la taille de la portée (nombre total de chiots nés ; $p < 0,001$). La durée de la mise-bas était supérieure pour les portées comportant au moins un chiot né mort ($n=35$) par rapport à celles dans lesquelles tous les chiots sont nés vivants ($n=106$) ($7,9 \pm 3,6$ heures vs $5,7 \pm 2,5$ heures ; $p < 0,01$). Aucun impact de la durée totale de mise-bas n'a été mis en évidence sur les taux de mortalité néonatale. Mais l'allongement de la mise-bas a eu un effet délétère sur la croissance des chiots ($p < 0,001$ pour les taux de croissance entre J0 et J2 et entre J2 et J7). La proportion de chiots ayant perdu du poids au cours des deux premiers jours de vie est de 14,5% pour les mises-bas ayant duré moins de 6h ($n=546$ chiots, 75 mises-bas) contre 31,5% pour celles ayant des durées supérieures à 6h ($n=577$ chiots, 66 mises-bas).

Cette étude montre donc que l'allongement des délais d'expulsion entraîne une augmentation de la mortinatalité. A plus long terme, la santé du chiot ne dépend que de la durée totale nécessaire à l'expulsion de la totalité de la portée et plus de ses conditions de naissance : l'effet sur la croissance au cours de la première semaine pourrait s'expliquer par l'effet délétère d'un trop gros effort fourni lors de la parturition sur la production laitière de la chienne.

[1] JOHNSTON SD, ROOT KUSTRITZ MV, OLSON PNS. 2001. Canine parturition – eutocia and dystocia. Chapitre 6. Pages 105-128. In: Canine and feline theriogenology. Saunders, Philadelphia.

[2] VON HEIMENDAHL A et CARIOU M. Normal parturition and management of dystocia in dogs and cats. In Practice. 2009, 31, 254-261

TITRE : Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race Labrador

RESUMÉ :

L'objectif de cette étude est 1) de caractériser la mise-bas par analyse de trois types de durées : la durée totale de la mise-bas, le délai de naissance (intervalle entre deux chiots) et la durée cumulée de naissance, 2) d'identifier les facteurs de variation du déroulement de la mise-bas et 3) d'étudier l'influence du déroulement de la mise-bas sur la survie et la croissance néonatales des chiots. L'étude est menée sur 141 mises-bas de chiennes de race Labrador. La durée moyenne de la mise-bas est de $6,2 \pm 3,0$ h, le délai de naissance moyen est de 50 ± 46 min. Le déroulement de la mise-bas n'est pas affecté par la parité et le poids de la mère, ni par le moment de la mise-bas dans la journée, le sexe et le poids des chiots à la naissance. La durée de la mise-bas et le délai de naissance ne varient qu'avec la taille de la portée et le rang de naissance. Un allongement des durées de la mise-bas entraîne une augmentation de la mortinatalité et affecte le taux de croissance des chiots au cours de la première semaine de vie : cet effet sur la croissance pourrait s'expliquer par un effet délétère de l'effort fourni par la mère lors de la parturition sur la production laitière.

MOTS CLÉS : parturition, durée, chronopart, croissance, mortalité, naissance, intervalles

TITLE: Duration of whelping in Labrador bitches: variation factors and consequences on puppy neonatal health

ABSTRACT:

The aim of the present study was 1) to describe the duration of whelping, birth intervals and duration between the beginning of the expulsion phase and the birth of the considered puppy, 2) to investigate factors affecting the progress of whelping and 3) to evaluate its influence on puppy neonatal health. Whelpings of 141 litters from Labrador bitches were observed in one kennel. The total duration of whelping was 6.2 ± 3 hours, the mean of interval of birth between puppies was 50 ± 46 min. From all parameters evaluated, only two were found significantly associated with the duration of whelping and birth intervals: total litter size and birth order. There is more often stillbirth in the litter when the three types of studied duration increase. In the long run, the growth rates on the first week of life decrease with the increasing of duration of whelping: this could be caused by an exhaustion of the bitch during the parturition and leading to a negative impact on milk and colostrum production.

KEY WORDS: parturition, duration, growth, mortality, birth, intervals