

DEROULEMENT DE LA MISE-BAS CHEZ LA CHATTE : FACTEURS DE VARIATION ET CONSEQUENCES SUR LA SANTE DES CHATONS

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

CHATRAS Maeva

Née, le 29/08/1996 à BRIVE-LA-GAILLARDE (19)

Directrice de thèse : Mme Sylvie CHASTANT

JURY

PRESIDENTE :

Mme Nicole HAGEN

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSEESSEURES :

Mme Sylvie CHASTANT

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Mme Véronique GAYRARD-TROY

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITEE :

Mme Amélie MUGNIER

Ingénieure de Recherche à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

**PROFESSEURS CLASSE
EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

**PROFESSEURS 1^{ère}
CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

**PROFESSEURS 2^{ème}
CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*

**MAITRES DE CONFERENCES HORS
CLASSE**

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
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 **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

**MAITRES DE CONFERENCES CLASSE
NORMALE**

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

**INGENIEURS DE
RECHERCHE**

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*

Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*
M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*
Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique Vétérinaire*
Mme **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*

Remerciements

Au président du jury,

A Madame la Docteure Nicole HAGEN,
Professeure à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Pathologie de la reproduction,

Qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de thèse.
Hommage respectueux et sincères remerciements.

Au jury de thèse,

A Madame la Docteure Sylvie CHASTANT,
Professeure à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Reproduction,

Qui m'a confié ce travail et m'a guidé tout au long de ce parcours. Sincères remerciements pour votre disponibilité et votre implication plus qu'exceptionnelle.

A Madame la Docteure Véronique GAYRARD-TROY,
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Physiologie de la Reproduction,
Endocrinologie,

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

A Madame la Docteure Amelie MUGNIER,
Docteure vétérinaire et ingénieure de recherches à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Qui m'a épaulée, aidée et soutenue à chaque étape de ce travail. Sincères remerciements pour votre patience, votre pédagogie, et votre gentillesse.

Table des matières

Liste des figures	5
Liste des tableaux	7
Liste des abréviations.....	9
Introduction	11
Matériels et méthodes	15
I. Création de la base de travail	15
1. Les données.....	15
2. Présentation des variables étudiées	15
3. Tri et nettoyage des données	19
II. Analyses statistiques des données	21
1. Étude des facteurs de variation du déroulement de la mise-bas.....	21
2. Étude des conséquences du déroulement de la mise-bas	23
Résultats.....	25
I. Description de la population	25
1. Effectifs de la population finale	25
2. Caractéristiques des mères.....	26
3. Caractéristiques des mises-bas	27
4. Caractéristiques des chatons	28
II. Durée totale de la mise-bas	30
1. Valeurs de la durée totale de la mise-bas.....	30
2. Facteurs de variation de la durée de la mise-bas	31
3. Conséquences sur la santé des chatons	33
III. Délai de naissance	34
1. Valeurs du délai de naissance	34
2. Facteurs de variation du délai de naissance	35
3. Conséquences sur la santé des chatons	37
IV. Durée cumulée de naissance.....	38
1. Valeurs de la durée cumulée de naissance.....	38
2. Facteurs de variation de la durée cumulée de naissance.....	39
3. Conséquences sur la santé des chatons	41
V. Bilan des résultats de l'étude	42

Discussion	43
I. Limites de l'étude	43
1. Collecte des données	43
2. Représentativité de notre population	43
II. Résultats.....	48
1. Valeurs des différentes données	48
2. Facteurs de variation du déroulement de la mise-bas	49
3. Conséquences sur la santé et la croissance précoce des chatons.....	58
Perspectives	63
Conclusion.....	65
Bibliographie	67
Annexes	73

Liste des figures

Figure 1 : Description des variables caractérisant la mise-bas	17
Figure 2 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation de la durée totale de la mise-bas	22
Figure 3 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation du délai de naissance et de la durée cumulée de naissance	22
Figure 4 : Détermination de la valeur seuil par l'estimation de la distance minimale lors d'analyse ROC (Huynh et al., 2015)	24
Figure 5 : Diagramme de flux de notre population d'étude.....	25
Figure 6 : Distribution des mères en fonction de leur race (n = 111)	26
Figure 7 : Distribution de l'âge des mères au moment de la mise-bas (n = 111).....	27
Figure 8 : Distribution des mois de naissance des portées (n=157).....	28
Figure 9 : Distribution de la taille des portées (n=157).....	29
Figure 10 : Distribution des poids de naissance des chatons (n = 637).....	30
Figure 11 : Distribution de la durée totale de la mise-bas (n=157).....	31
Figure 12 : Durée totale de la mise-bas en fonction de la taille de la portée (n=157).....	32
Figure 13 : Distribution du délai de naissance des chatons (n=665).....	34
Figure 14 : Distribution du délai de naissance en fonction du quartile de poids de naissance (n = 637).....	36
Figure 15 : Délai de naissance en minutes en fonction du statut de naissance du chaton vivant ou mort (n = 665).....	37
Figure 16 : Distribution de la durée cumulée de naissance (n = 665)	38
Figure 17 : Durée cumulée de naissance en fonction du poids de naissance des chatons répartis en quartile (n = 637).....	40
Figure 18 : Durée cumulée de naissance en fonction du statut de naissance des chatons (n = 665).....	41
Figure 19 : Bilan des résultats de l'étude	42

Figure 20 : Nombre de chatons nés des 10 races les plus représentées sur la période 2004-2020 (d'après les données du LOOF, www.loof.fr) 45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des variables présentant un fort pourcentage de données manquantes (n = 243)	20
Tableau 2 : Effectifs de chatons, de portées et de mères dans les références bibliographiques traitant de la reproduction féline.....	44
Tableau 3 : Nombre de races de chats représenté dans les références bibliographiques traitant de la reproduction féline.....	45

Liste des abréviations

LOOF	Livre Officiel des Origines Félines
vs	Versus
IC95	Intervalle de confiance à 95%
J0	Jour de naissance du chaton et/ou de la portée
J2	Deuxième jour de vie du chaton et/ou de la portée
n	Effectif (nombre de chatons ou de portées selon le contexte)
PdN	Poids de naissance
ROC	Receiver Operating Characteristic
SD	Écart-type
Se	Sensibilité
Sp	Spécificité

Introduction

L'espèce féline occupe une place très importante dans la société actuelle. En effet, les chats sont des animaux de petit format qui s'adaptent facilement au mode de vie qu'on leur propose, que ce soit en intérieur strict ou avec un accès extérieur. De plus, ils engendrent peu de contraintes quotidiennes pour leurs propriétaires contrairement à d'autres espèces domestiques. Ainsi, le chat est devenu au fil des années le premier animal de compagnie en France puisque 29,7% des foyers ont un chat contre 20,2% pour le chien. Ceci représente une population de 15 millions de chats domestiques recensés en 2021 en France (données disponibles sur www.statista.com). Dans ce contexte, le nombre de chats de race inscrits au Livre Officiel des Origines Félines (LOOF) ne cesse d'augmenter avec encore un nombre record en 2021 de 62 194 enregistrements (données disponibles sur www.loof.fr). Ce nombre d'enregistrement représente un pourcentage d'augmentation de 59% par rapport aux enregistrements de 2011 (26 015) et de 27% par rapport à ceux de 2019 (45 549) d'après les registres du LOOF toutes races confondues (données disponibles sur www.loof.fr). Les races prédominantes quant à elles varient peu avec une dominance persistante des races Maine Coon, Sacré de Birmanie et Bengal.

L'engouement persistant pour ces animaux a permis le développement des connaissances en reproduction. Dans l'espèce féline, c'est tout d'abord le cycle sexuel qui a retenu l'attention des chercheurs (Prescott 1973 ; Jemmett et Evans 1977 ; Romagnoli 2003), puis les biotechnologies de la reproduction (Keiser et al. 2017). La mise-bas n'a fait l'objet que de peu d'études. La littérature internationale en fournit une durée de moins de 6 heures entre l'expulsion du premier et du dernier chaton de la portée et ceci pour 85,7% des chattes selon l'étude de Sparkes et al. (2006) et 99,3% pour l'étude de Socha et al. (2019). De plus, certains s'accordent à dire qu'une mise-bas ayant une durée supérieure à 6 heures est anormale comme Root Kustritz (2006).

Outre que la durée totale et l'intervalle entre chatons sont encore peu décrits, les facteurs de variation de la durée totale de la mise-bas ne sont pas connus chez la chatte, alors que par exemple, ils sont bien connus chez une autre espèce polytoque comme la truie. Chez la truie, cette durée est dépendante de divers facteurs maternels comme la durée de la gestation (Van

Rens et Van Der Lende 2004 ; van Dijk et al. 2005), l'agressivité de la mère (Mosnier et al. 2009) ou encore la composition corporelle de la mère au moment de la mise bas évaluée par l'épaisseur de lard dorsal (Oliviero et al. 2010). Elle est aussi dépendante d'éléments propres à la portée comme le nombre de porcelets à naître (Van Rens et Van der Lende 2004 ; Van Dijk et al. 2005 ; Schild et al. 2019) et la présence ou non de mort-nés au sein de la portée (Schild et al. 2019). Chez la chienne, la durée de la mise-bas et le délai de naissance (à savoir le temps entre l'expulsion de deux chiots de rang consécutifs) varient avec la taille de la portée et le rang de naissance (Gill 2001).

La durée écoulée depuis le début de la mise-bas (à partir de l'expulsion du premier né) ainsi que l'intervalle de naissance entre deux fœtus sont utilisés pour évaluer le déroulement de la mise-bas et permettent éventuellement de mettre en évidence une dystocie (Münnich et Küchenmeister 2014 ; Runcan et Coutinho da Silva 2018). Pour Runcan et Coutinho da Silva (2018) la valeur seuil de durée de mise-bas au-delà de laquelle elle peut être considérée comme dystocique (i.e. au-delà de laquelle le risque d'obtenir des mort-nés est significativement plus élevé) est de 6 heures. Dans la mesure où les contractions utérines réduisent l'apport sanguin placentaire, tenir compte du délai écoulé depuis l'expulsion du premier fœtus s'avère intéressant pour caractériser une dystocie.

La qualité du déroulement de la mise-bas est généralement évalué via le taux de mortinatalité ou le taux de mortalité des nouveau-nés dans les heures qui suivent la mise-bas en sachant que le taux de mortinatalité est d'environ 6% dans l'espèce féline et qu'il peut varier en fonction de la race (Fournier et al. 2016 ; Socha et al. 2019). Néanmoins, il est possible que l'hypoxie associée à un part languissant ait des conséquences à plus long terme à la fois sur la survie des nouveau-nés, mais aussi sur leur vitalité, leur comportement de tétée et donc sur leur croissance. D'autre part, la durée totale de la mise-bas permet d'évaluer l'effort physique et/ou le stress et la douleur subis par la mère, dont les conséquences sur le comportement maternel et donc sur la santé des nouveau-nés restent à évaluer.

L'objectif premier de notre étude est donc de décrire dans une population multi- raciale, le déroulement de la mise-bas chez la chatte grâce à trois durées que sont : la durée totale de la mise-bas (temps écoulé entre l'expulsion du premier et du dernier chaton de la portée), le délai de naissance entre deux chatons de rang de naissance consécutifs et la durée cumulée

de naissance qui est le temps écoulé entre le début de la mise-bas et l'expulsion du chaton considéré.

Le second objectif est d'évaluer les facteurs de variation de ces trois paramètres. Ces facteurs se subdivisent en plusieurs catégories. Tout d'abord les facteurs inhérents à la mère (comme son âge et sa parité), puis ceux qui dépendent de la mise-bas en elle-même (comme la saison météorologique, le moment de la journée où est survenue la mise-bas, la taille de la portée, la présence de mort-né et l'hétérogénéité des poids de naissance au sein de la portée) et enfin des facteurs propres à chaque chaton (comme son poids de naissance, son rang de naissance, son sexe ou encore son statut vivant ou mort-né).

Le troisième objectif est d'évaluer les conséquences du déroulement de la mise-bas sur la survie des chatons jusqu'à deux jours de vie, ainsi que sur leur croissance néonatale précoce (0-2 jours), témoin indirect de la prise colostrale.

Matériels et méthodes

I. Création de la base de travail

1. Les données

L'étude menée ici a été basée sur le recueil de données d'éleveurs de chats français sur la base du volontariat.

L'Unité Neocare, centre dédié à la reproduction, à l'élevage et à la pédiatrie canine et féline de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse a fait parvenir par courriel un questionnaire à des éleveurs de chats français visant à récupérer le maximum d'informations concernant la reproduction, la mise-bas et les nouveau-nés.

Les données ont été renvoyées par les éleveurs sous différentes formes à savoir : fichiers Excel, photocopies des cahiers de suivi des portées, photographies ou encore sous format papier (format papier qui a alors été scanné). Ces données ont toutes été rassemblées dans un fichier Excel.

Pour chaque chaton et chaque portée, nous avons récupéré nos données d'intérêt à savoir l'heure de début et de fin de la mise-bas, l'heure de naissance de chaque chaton ainsi que la taille de la portée et le rang de naissance. Puis nous avons calculé la durée de la mise-bas en heures, la durée de la mise-bas en minutes, le temps de mise-bas et le délai avec le chaton précédent. Seules les portées pour lesquelles les heures de naissance de tous les chatons étaient connues ont été conservées.

2. Présentation des variables étudiées

Pour chaque chaton, son heure de naissance était définie par l'heure de son expulsion.

- a. Les variables à expliquer : caractérisation du déroulement de la mise-bas

Ce déroulement a été caractérisé par trois paramètres (figure 1).

- Durée totale de la mise-bas :

La durée totale de la mise-bas correspond au temps écoulé entre l'expulsion du premier chaton (début de la mise-bas) et l'expulsion du dernier chaton de la portée (fin de la mise-bas). Elle décrit donc le stade II de la parturition et a été exprimée en heures ainsi qu'en minutes.

- Délai de naissance :

Cette variable est propre à chaque chaton. Elle correspond au temps écoulé entre l'expulsion du chaton considéré et le précédent. Ce délai est donc calculé en réalisant la soustraction de l'heure de naissance du chaton n par celle du chaton n-1. Ce délai de naissance est exprimé en minutes.

Ce paramètre ne peut pas être calculé pour le premier chaton expulsé.

- Durée cumulée de naissance :

Cette variable correspond à la durée entre le début de la mise-bas (l'expulsion du premier chaton) et l'expulsion du chaton considéré. Elle est obtenue en réalisant la soustraction entre l'heure de naissance du chaton n et l'heure de naissance du chaton ayant le rang de naissance 1. Elle est exprimée en heures.

La durée cumulée de naissance du premier chaton né est donc égale à zéro.

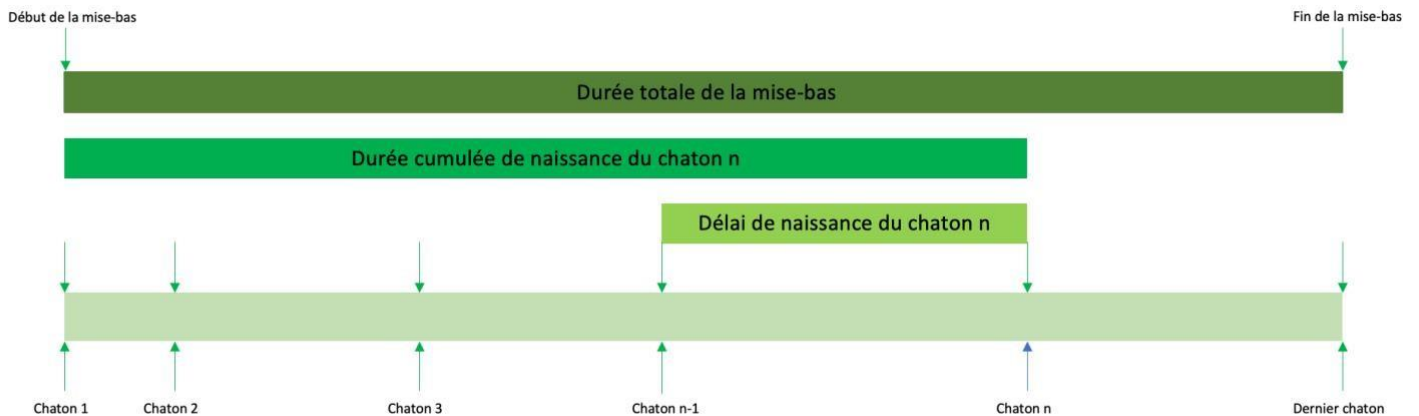


Figure 1 : Description des variables caractérisant la mise-bas

b. Les variables explicatives : les facteurs de variation de la mise-bas

- Facteurs de variation liés à la mère :

Deux facteurs maternels ont été pris en compte : l'âge de la mère et sa parité. L'âge de la mère correspondait à son âge en années au moment de la mise-bas. Il a été obtenu en soustrayant la date de la mise-bas et la date de naissance de la mère. La parité quant à elle, correspond au nombre de mises-bas déjà effectuées par la chatte avant celle considérée. Ainsi une parité notée 0 correspondait à une chatte nullipare et une parité égale à 3 signifiait que la chatte avait déjà eu 3 portées avant celle considérée dans le cadre de notre étude.

D'autres facteurs étaient disponibles comme le poids de la mère ainsi que sa race mais n'ont pas été conservés en raison du faible nombre de données disponibles pour le poids de la mère (tableau 1) et de notre volonté de faire une étude multi- raciale.

- Facteurs de variation liés à la portée :

Le premier facteur pris en considération a été la saison météorologique à laquelle s'est déroulée la mise-bas :

- Printemps : mars, avril, mai
- Été : juin, juillet, août

- Automne : septembre, octobre, novembre
- Hiver : décembre, janvier et février.

Le moment de la journée auquel avait lieu la mise-bas a également été considéré comme étant de « jour » (de 6h à 18h) ou de « nuit » (de 18h à 6h).

La composition de la portée a été envisagée comme un facteur de variation potentiel du déroulement de la mise-bas. Elle a été décrite par le nombre de chatons total expulsés au cours de la mise-bas (taille de la portée) ainsi que par la présence ou non de mort-nés au sein de la portée. Les mort-nés sont définis comme des chatons vus morts avant ou au moment de leur expulsion.

L'hétérogénéité des poids de naissance au sein de la portée a été calculée grâce au coefficient de variation des poids de naissance des chatons de la portée. Ce coefficient est le rapport exprimé en pourcentage, entre l'écart-type (SD) des poids de naissance de la portée sur la moyenne (\bar{x}) de ces mêmes poids (Mugnier et al., 2019). Ce paramètre n'a été calculé que dans les cas où tous les poids des chatons à la naissance (PdN) de la portée étaient disponibles.

- Facteurs de variation liés à chaque chaton :

Pour finir, un certain nombre de paramètres liés au chaton ont été envisagés comme facteurs de variation potentiels du déroulement de la mise-bas :

- Le rang de naissance qui indique la place de naissance du chaton au sein de sa portée : de 1 (premier chaton expulsé) à n (taille de la portée).
- Le sexe du chaton. Ce paramètre a permis d'établir un sex ratio sur la totalité des chatons considérés. Ce dernier a été calculé en divisant le nombre de chatons mâles par le nombre de chatons femelles.
- Le poids de naissance correspond au poids mesuré le jour de la naissance (en grammes).
- Le statut mort-né ou non.

- c. Conséquences du déroulement de la mise-bas sur la santé néonatale précoce des chatons

Deux variables ont été retenues pour évaluer l'impact du déroulement de la mise-bas sur la santé des chatons. Seuls les chatons nés vivants ont été pris en compte dans cette analyse.

Tout d'abord, la survie ou non du chaton à deux jours de vie (période néonatale précoce) a été retenue.

La deuxième variable était le taux de croissance du chaton sur le même intervalle. Il s'obtenait en soustrayant le poids du chaton à J2 avec celui du chaton à J0 et en divisant par le poids de naissance.

3. Tri et nettoyage des données

- a. Critères d'exclusion

Différents critères ont entraîné l'exclusion de certaines portées :

- Absence d'heure de début de naissance ou heure de naissance manquante pour un ou plusieurs chatons
- Portées nées totalement ou partiellement par césarienne
- Portées de chaton unique
- Méconnaissance du nombre total de chatons nés dans la portée
- Inadéquation entre le nombre total de chatons nés et le nombre de lignes indiquées pour la portée dans le jeu de données.

- b. Traitement des erreurs de saisie

Une fois ces premiers tris réalisés, différentes vérifications ont été faites pour s'assurer de la qualité des données avant leur analyse :

- Unicité des chatons, des portées et des mises-bas en vérifiant la présence de chacun et l'absence de doublons

- Cohérence des caractéristiques pour les chatons issus d'une même portée (mère, date de mise-bas, heure de début et fin)
- Cohérence des dates : par exemple l'âge des mères à la mise-bas
- Enregistrement de chaque mort-né en tant que chaton à part entière avec une heure de naissance ainsi qu'un rang de naissance
- Cohérence des heures et rangs de naissance par rapport au reste de la portée pour chaque chaton.

c. Pourcentage de données manquantes dans la base de données

Certaines variables présentaient des données manquantes (tableau 1). En raison des pourcentages élevés de données manquantes, nous avons donc décidé d'écarter deux variables que sont la parité et le poids de la mère.

Tableau 1 : Récapitulatif des variables présentant un fort pourcentage de données manquantes (n = 243)

Variables disponibles	Nombre de données manquantes	Pourcentage de données manquantes
Poids de la mère	50	32%
Âge de la mère	25	16%
Parité de la mère	92	59%
Poids de naissance du chaton	28	4%
Sexe du chaton	26	4%
Mortalité néonatale précoce	22	3%

II. Analyses statistiques des données

L'analyse statistique et la description des données ont été réalisées avec les logiciels Microsoft Excel et le logiciel R (version 4.1.2, R-Project). Dans tous les modèles étudiés, le seuil de significativité était de 0,05.

1. Étude des facteurs de variation du déroulement de la mise-bas

Pour les trois variables qui décrivaient le déroulement de la mise-bas (durée totale de la mise-bas, délai de naissance et durée cumulée de naissance), une analyse visant à identifier certains facteurs de variation a été menée.

Pour chacune des variables, un modèle multivarié a été construit en intégrant les facteurs mère, portée et/ou chaton précédemment décrits.

Après les premières analyses bivariées (réalisées sur Excel), un modèle linéaire mixte a été généré avec les facteurs de variation retenus (en raison de leur nombre de données disponibles mais aussi de leur pertinence) (figure 2 et figure 3).

Ce type de modèle comportait à la fois des effets fixes et des effets aléatoires. Le choix de ce type de modèle s'expliquait par la prise en compte de la non-indépendance des données, c'est-à-dire le fait qu'une même mère puisse avoir plusieurs portées enregistrées dans la base de données.

En effet, ce modèle tient compte du fait que les chatons qui étaient issus d'une même femelle étaient potentiellement plus proches entre eux que des chatons nés de mères différentes.



Figure 2 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation de la durée totale de la mise-bas

Le facteur en jaune est le facteur de variation propre à la mère. Les facteurs en bleu quant à eux sont propres à la mise-bas et donc à la portée.



Figure 3 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation du délai de naissance et de la durée cumulée de naissance

Le facteur en jaune est le facteur de variation propre à la mère. Les facteurs en vert sont propres aux chatons. Les facteurs en bleu quant à eux sont propres à la mise-bas et donc à la portée.

Après la sélection de ces facteurs, les formulations des trois modèles étaient les suivantes :

- Log (Durée de mise-bas) ~ Taille de la portée + Présence de mort-né ou non + Saison météorologique + Moment de la mise-bas + Hétérogénéité des poids + Age de la mère + Effet aléatoire de la mère
- Log (Délai de naissance) ~ Taille de la portée + Saison météorologique + Moment de la journée + Hétérogénéité des poids de naissance + Age de la mère + Poids de naissance + Rang de naissance+ sexe du chaton + Effet aléatoire de la mère
- Log (Durée cumulée de naissance) ~ Taille de la portée + Saison météorologique + Moment de la journée + Hétérogénéité des poids de naissance + Age de la mère + Poids de naissance + Rang de naissance + sexe du chaton + Effet aléatoire de la mère.

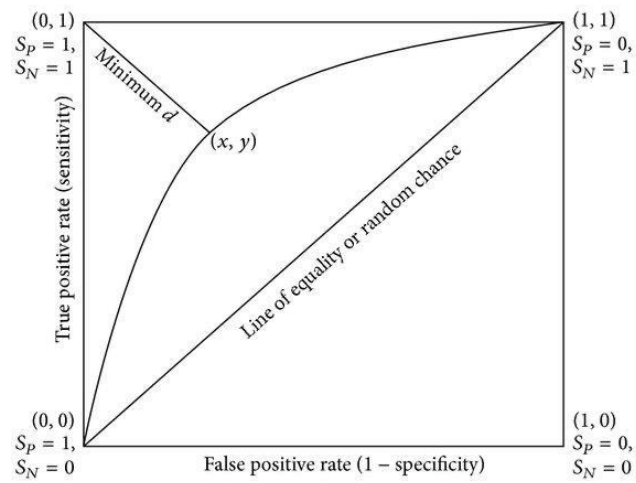
La durée de la mise-bas, le délai de naissance ainsi que la durée cumulée de naissance ont été transformés avant analyse (transformation en log) car leur distribution était asymétrique avec une queue à droite.

2. Étude des conséquences du déroulement de la mise-bas

L'impact du déroulement de la mise-bas sur la santé des chatons a été évalué en considérant le fait de mourir ou non ainsi que le fait d'avoir ou non une croissance positive au cours des deux premiers jours de vie (période néonatale précoce).

Ainsi, pour chacune des durées évaluées, un test de Kruskal-Wallis a été effectué pour évaluer la différence entre les chatons qui mourraient ou non, puis ceux qui avaient un taux de croissance positif ou non. Dans le cas où la relation se révélait significative ($p < 0,05$), une analyse ROC (Receiver Operating Characteristic) a été conduite afin d'essayer d'identifier un seuil pour la durée concernée.

Dans le cadre de notre étude, la courbe ROC a été exploitée pour rechercher des valeurs seuils des durées de mise-bas au-delà desquelles le taux de mortalité entre J0 et J2 ou le risque d’avoir une croissance des chatons entre J0 et J2 négative augmentaient de manière significative. Lorsque l’aire sous la courbe était considérée comme suffisante ($\geq 0,7$), le seuil a été choisi comme celui pour lequel la distance entre la courbe ROC et le coin supérieur gauche (pour lequel la sensibilité (S_n) et la spécificité (S_p) sont toutes deux de 100%, (figure 4)) était minimale.



Sp : Spécificité ; Sn : Sensibilité

Résultats

I. Description de la population

1. Effectifs de la population finale

La base de données initiale comprenait les informations de 891 chatons issus de 226 portées. Après l'application des critères d'exclusion, notre population d'étude était finalement constituée de 157 portées comportant 665 chatons (soit 8% du jeu de données initial, figure 5).

Ces 157 portées étaient nées entre 2004 et 2020, de 111 mères différentes, hébergées dans 35 élevages français différents.

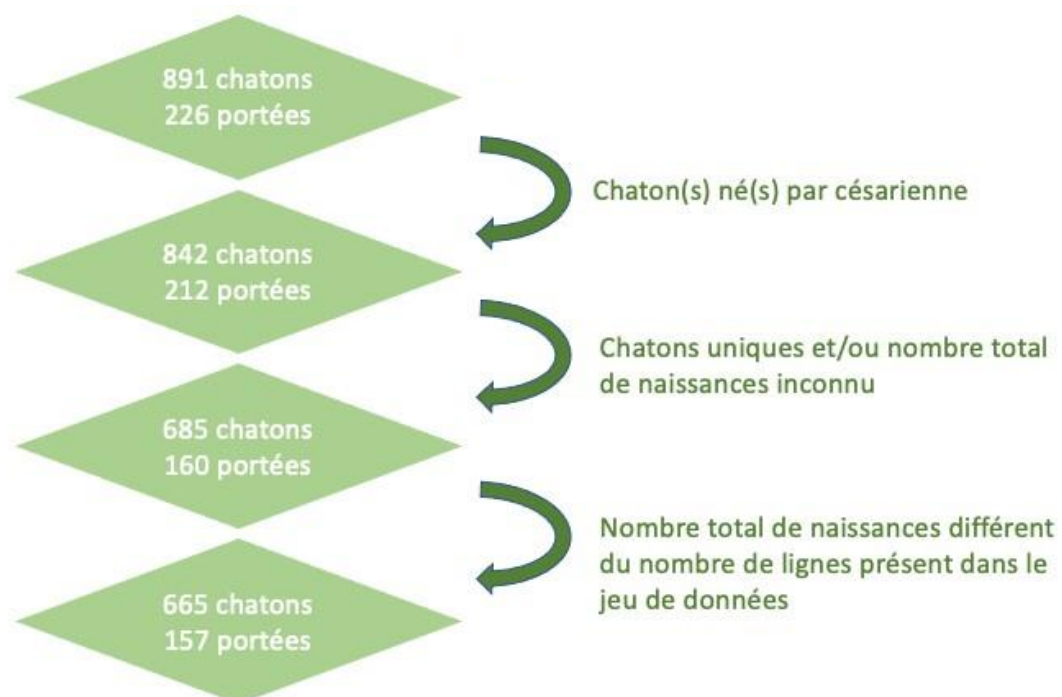


Figure 5 : Diagramme de flux de notre population d'étude

2. Caractéristiques des mères

Les 111 mères de notre population appartenaient à 15 races différentes (figure 6). L'âge de ces individus allait de 1 à 8 ans (figure 7) avec une moyenne de $2,8 \pm 1,4$ ans. Environ 75% des mères de notre population avaient entre 1 et 3 ans.

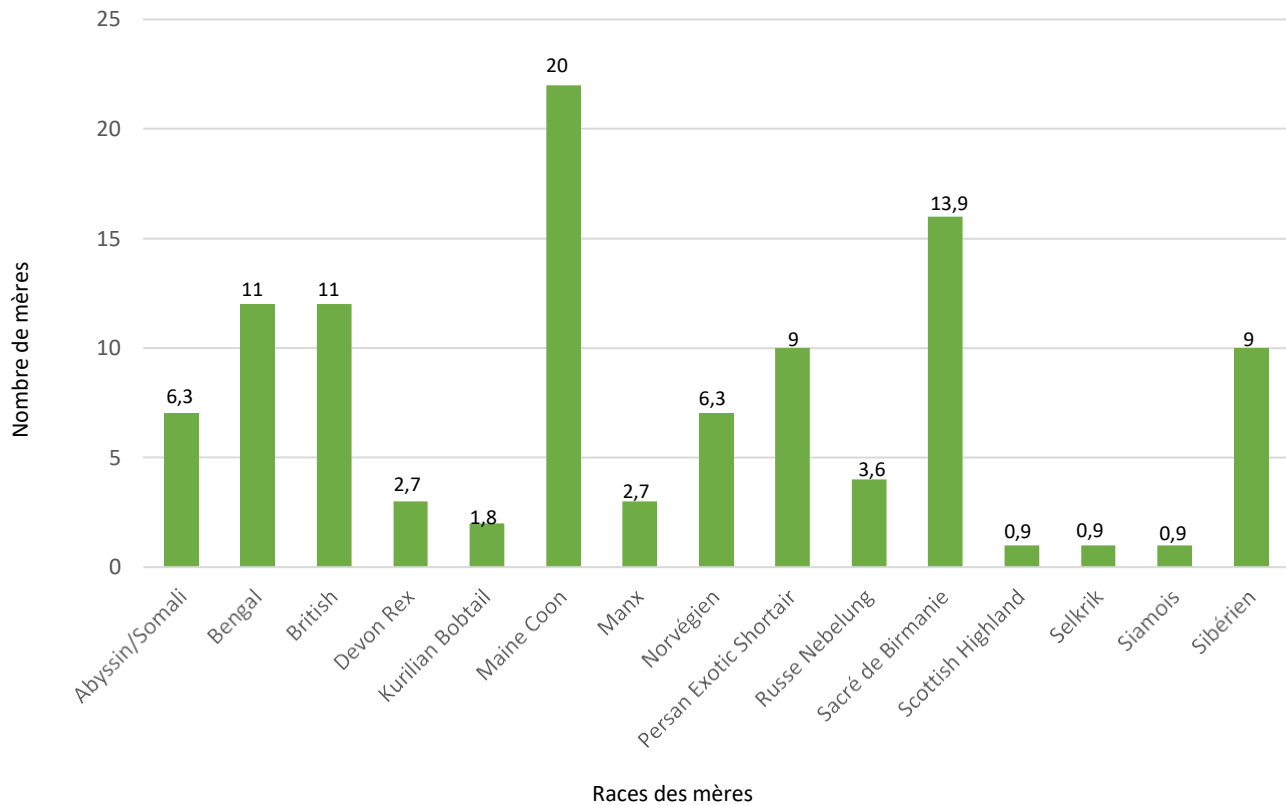


Figure 6 : Distribution des mères en fonction de leur race (n = 111)

Les nombres au-dessus des barres correspondent au pourcentage de chattes de chaque race au sein de la population

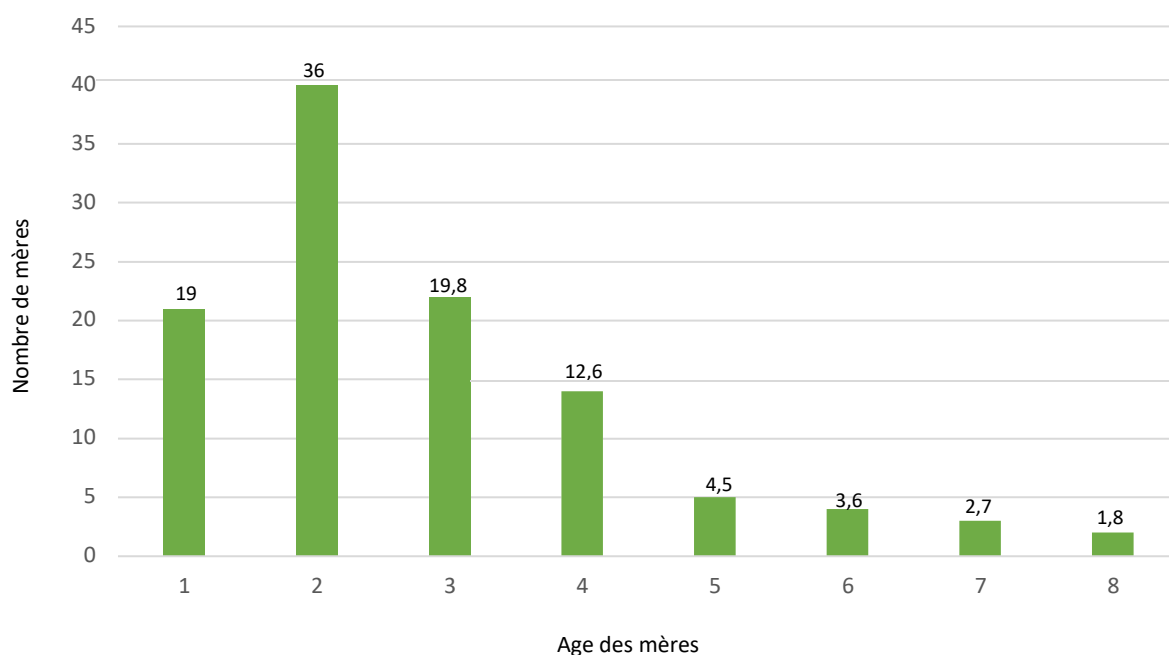


Figure 7 : Distribution de l'âge des mères au moment de la mise-bas (n = 111)

Les nombres au-dessus des barres correspondent au pourcentage de mères de la classe d'âge considérée au sein de la population.

3. Caractéristiques des mises-bas

Les mises-bas étaient distribuées tout au long de l'année avec une plus grande incidence au printemps (33,2%) et en été (37,6%) contre 14,6% en automne et en hiver. C'est au mois d'août que les mises-bas étaient les plus nombreuses alors que le mois de décembre était celui avec le moins de mises-bas (figure 8).

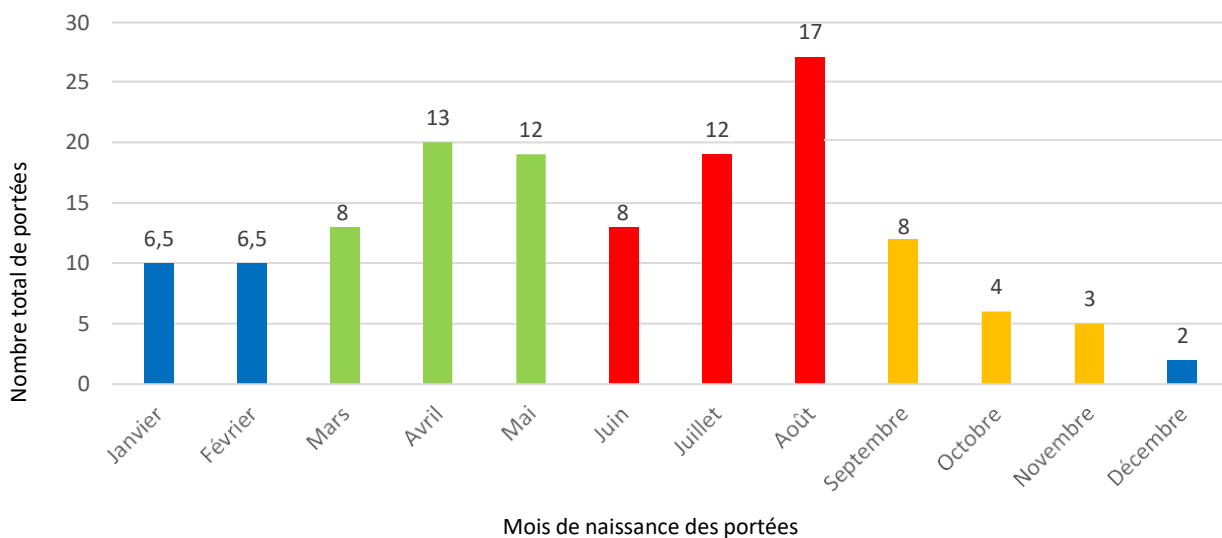


Figure 8 : Distribution des mois de naissance des portées (n=157)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de mises-bas du mois considéré au sein de la population.

Les couleurs représentent les différentes saisons météorologiques. Printemps : vert ; Été : rouge ; Automne : orange ; Hiver : bleu.

Concernant le moment de la journée, de la même façon que pour les mois de naissance, les mises-bas pouvaient se produire autant le jour que la nuit.

61% des mises-bas ont débuté le jour (entre 6 heures du matin et 18 heures le soir) et 39% la nuit (entre 18 heures le soir et 6 heures du matin).

4. Caractéristiques des chatons

L'étude rassemblait 665 chatons appartenant à 157 portées avec un sex ratio de 1,1 (330 mâles pour 311 femelles).

La taille moyenne de la portée était de $4,3 \pm 1,6$ chatons (minimum = 2 ; maximum = 9) et 67% des portées comportaient entre 3 et 5 chatons (figure 9).

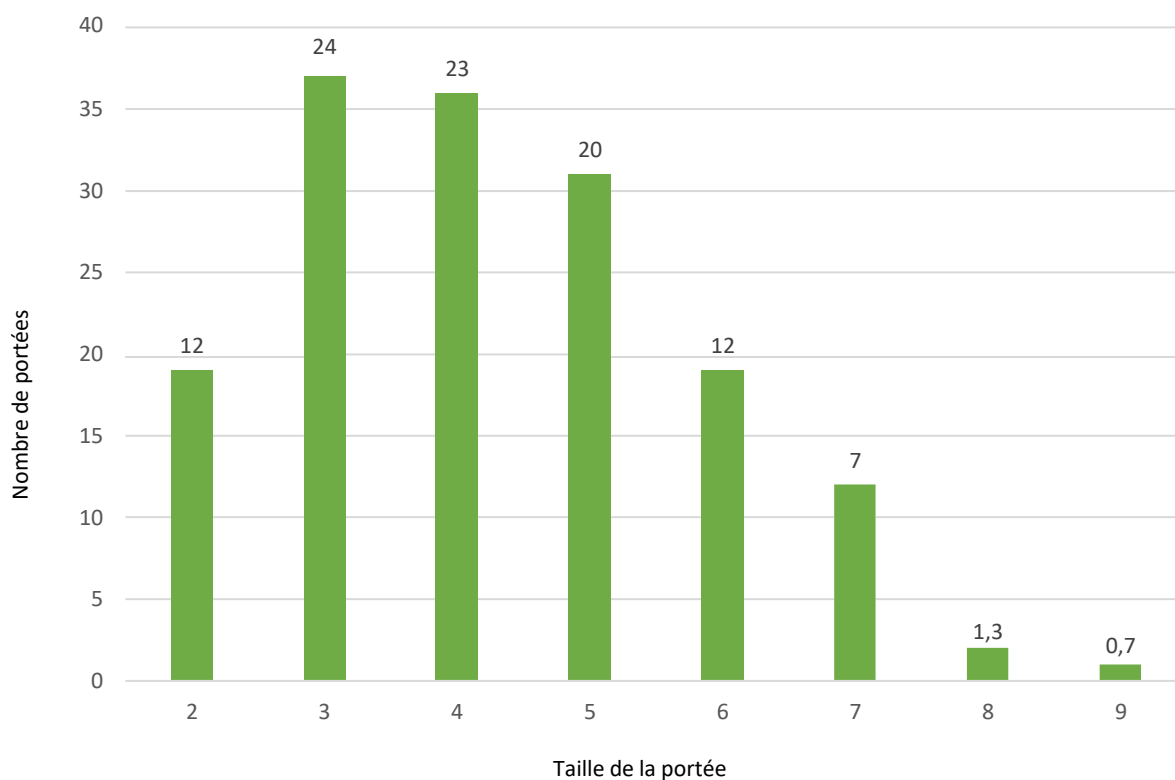


Figure 9 : Distribution de la taille des portées (n=157)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de portées de chaque taille au sein de la population.

Le taux de mortinatalité de la population était de 4,7 % (31/665) ; 13% des portées comportaient au moins un mort-né (20/157).

Le poids de naissance moyen des chatons était de $98,5 \pm 18$ grammes (médiane = 97) avec un minimum de 54 grammes et un maximum de 161 (figure 10).

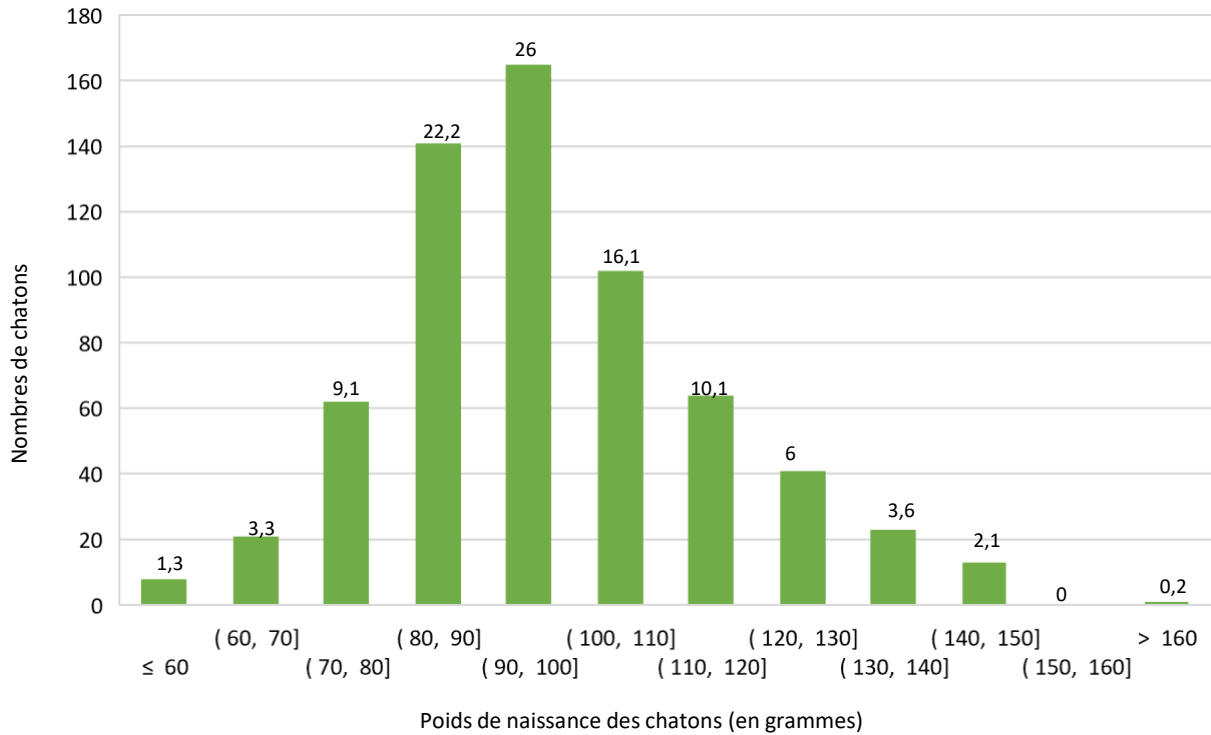


Figure 10 : Distribution des poids de naissance des chatons (n = 637)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de chatons de chaque classe de poids au sein de la population.

II. Durée totale de la mise-bas

1. Valeurs de la durée totale de la mise-bas

La durée totale d'une mise-bas était en moyenne de $168 \pm 162,5$ minutes (médiane = 123) avec des valeurs qui variaient de 5 à 1098 minutes (18 heures).

Sur les 157 mises-bas, quasiment 50% se sont déroulées en moins de 120 minutes (2 heures). Seulement 5,5 % des parturitions ont duré plus de 360 minutes (6 heures, figure 11).

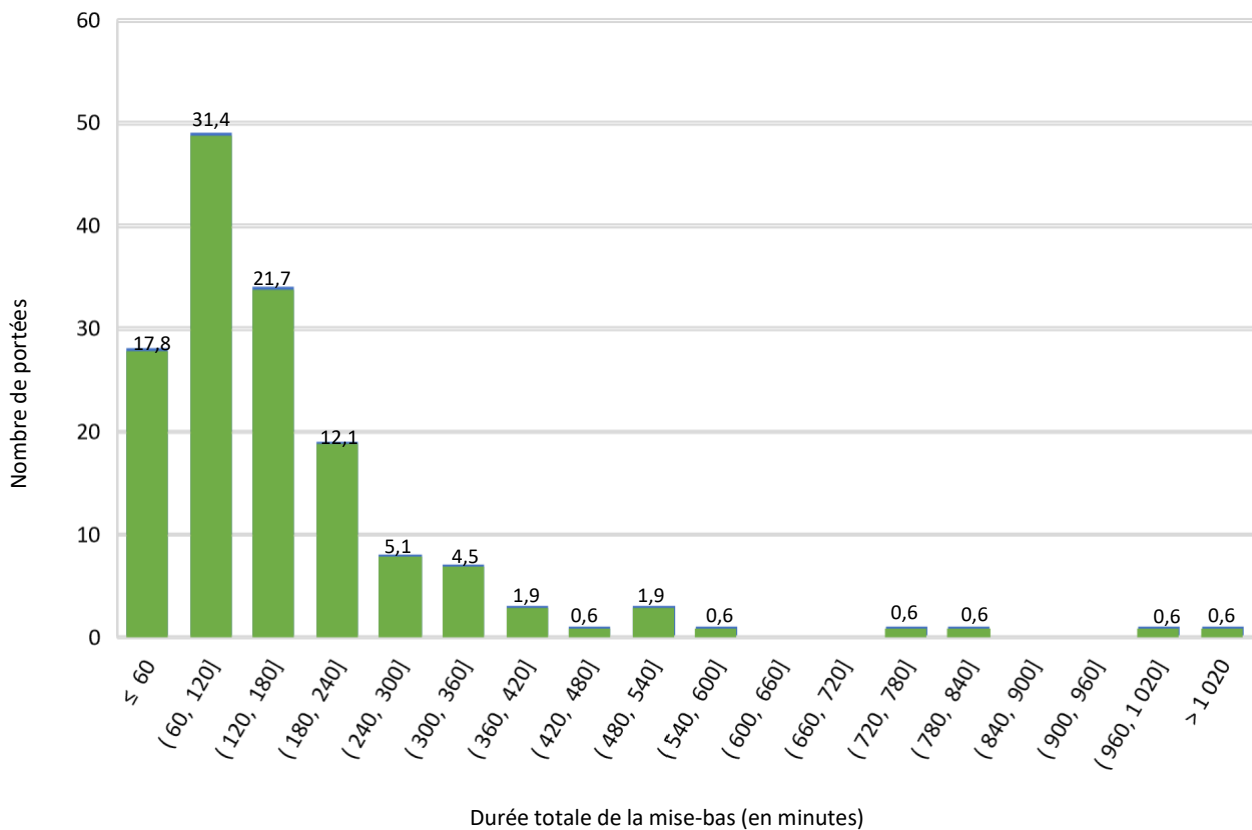


Figure 11 : Distribution de la durée totale de la mise-bas (n=157)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de mises-bas de chaque classe de durée au sein de la population.

2. Facteurs de variation de la durée de la mise-bas

Le modèle multivarié final utilisé était le suivant :

Log (Durée de mise-bas) ~ Taille de la portée + Présence de mort-né ou non + Saison météorologique + Moment de la mise-bas+ Hétérogénéité des poids + Age de la mère + Effet aléatoire de la mère

Ce modèle expliquait 53% (IC95% : 38-79%) de la variabilité de la durée totale de la mise-bas observée dans cette population.

Sur l'ensemble des paramètres évalués, seule la taille de la portée ($p < 0,001$) a révélé un effet sur la durée totale de la mise-bas. Aucun effet de l'âge de la mère ($p = 0,76$), du moment de la

journée ($p=0,78$), de la saison de la mise-bas ($p=0,45$), de l'hétérogénéité des poids de naissance ($p=0,20$) ni de la présence ou non d'un mort-né dans la portée ($p=0,50$) n'a été mis en évidence.

a. Effet de la taille de la portée

La durée de la mise-bas augmentait avec la taille de la portée (figure 12). Ce paramètre expliquait 21% (IC95% : 18-36%) de la variabilité de durée totale de mise-bas observée dans le jeu de données. La portée ayant la mise-bas la plus longue était une portée de 6 chatons tandis que celle ayant la durée de mise bas la plus courte était une portée de 2 chatons.

Pour chaque chaton supplémentaire dans la portée, la durée totale de la mise-bas augmentait de $24 \pm 4\%$.

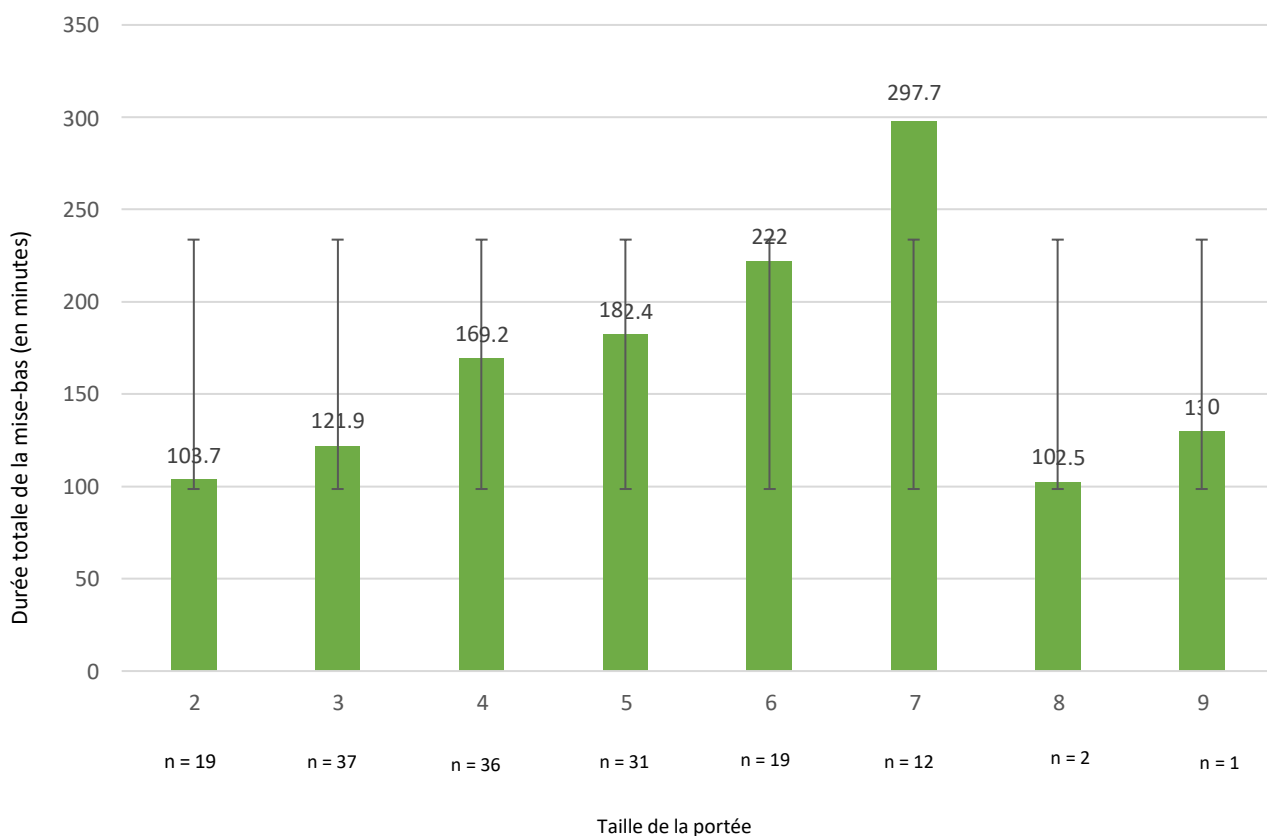


Figure 12 : Durée totale de la mise-bas en fonction de la taille de la portée ($n=157$)

Les nombres inscrits au-dessus des barres représentent les durées moyennes des mises-bas de la taille de portée considérée. La mention « n ... » représente le nombre de portées de la taille considérée.

3. Conséquences sur la santé des chatons

a. Mortalité néonatale précoce

Au total, 27 chatons étaient morts entre J0 et J2 sur les 634 chatons nés vivants. Le taux de mortalité néonatale précoce sur les deux premiers jours de vie était donc de 4,3%.

Parmi les 157 portées, 24 portées (soit 15%) comportaient au moins un cas de mortalité néonatale précoce (20 portées en comportaient un et 4 portées ont eu 2 cas de mortalité entre J0 et J2).

L'analyse statistique n'a pas mis en évidence de relation entre la durée totale de la mise-bas et le fait, pour un chaton, de mourir ou non au cours des deux premiers jours après la naissance ($p=0,072$, test de Kruskal-Wallis).

b. Croissance néonatale précoce

Sur les 608 chatons vivants à deux jours, le taux de croissance J0-J2 a été calculé. Il était compris entre -90 et 686 grammes, avec une moyenne de 116 ± 353 grammes. Quarante chatons (soit 7%) avaient présenté un taux de croissance négatif (perte de poids entre la naissance et J2).

Là encore, l'analyse statistique n'a pas mis en évidence de relation entre la durée de la mise-bas et le fait de perdre (ou non) du poids entre la naissance et deux jours de vie ($p=0,647$, test de Kruskal-Wallis).

III. Délai de naissance

1. Valeurs du délai de naissance

Le délai de naissance moyen était de $50,9 \pm 80,1$ minutes (médiane = 30 minutes) ; 86% des chatons ont eu un délai de naissance inférieur ou égal à 60 minutes.

Le délai de naissance montrait une forte variabilité : le plus court était de 1 minute quand le délai le plus important était de 977 minutes. Seulement 12 chatons avaient des délais de naissance supérieurs à 240 minutes (soit 4 heures ; figure 13).

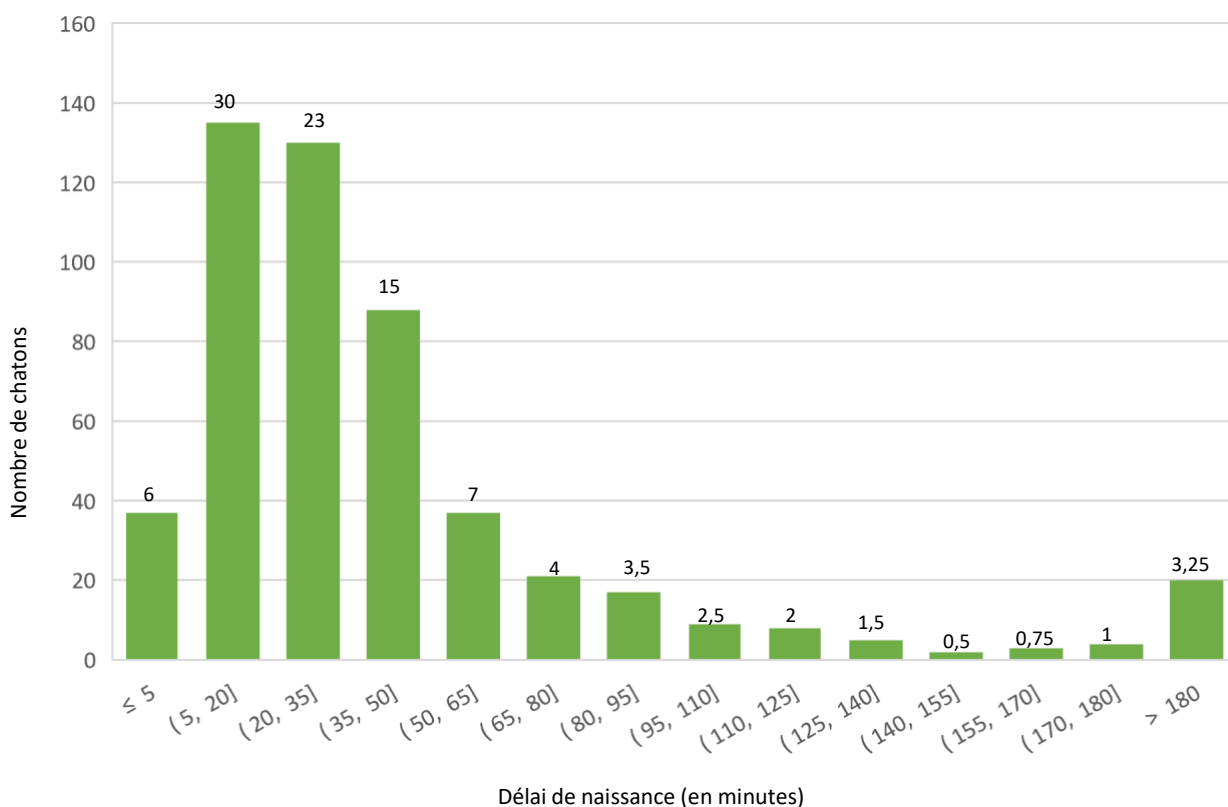


Figure 13 : Distribution du délai de naissance des chatons (n=665)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de chatons présentant le délai de naissance de la classe considérée.

2. Facteurs de variation du délai de naissance

Pour rappel, le modèle multivarié pour le délai de naissance était :

Log (Délai de naissance) ~ Taille de la portée + Saison météorologique + Moment de la journée + Hétérogénéité des poids de naissance + Age de la mère + Poids de naissance + Rang de naissance + Sexe du chaton + Effet aléatoire de la mère

Ce modèle complet expliquait 18% de la variabilité du délai de naissance.

Sur l'ensemble des paramètres évalués, seule la taille de la portée ($p < 0,05$) et le rang de naissance ($p < 0,05$) ont révélé un effet sur le délai de naissance. Aucun effet de l'âge de la mère ($p = 0,138$), du moment de la journée ($p = 0,971$) ou de la saison de la mise-bas ($p = 0,230$), du sexe du chaton ($p = 0,852$), du poids de naissance ($p = 0,472$) ou de l'hétérogénéité des poids de naissance ($p = 0,178$) n'a été mis en évidence.

a. Effet de la taille de la portée et du rang de naissance

La taille de la portée exerçait une influence sur le délai de naissance des chatons ($p < 0,05$) : plus la taille de la portée était grande, plus les chatons naissaient avec un délai de naissance court.

La part de variance expliquée par la taille de la portée était de 10% contre 4 % par le rang de naissance.

Pour chaque chaton supplémentaire dans la portée, le délai de naissance diminuait de $23 \pm 4\%$. Cependant lorsque le rang de naissance augmentait de 1, le délai de naissance augmentait de $14 \pm 3\%$.

b. Association avec le poids de naissance

Bien que ce facteur n'ait pas d'effet d'après le modèle étudié, compte tenu de l'intérêt particulier pour les petits poids de naissance en néonatalogie, il a été choisi d'illustrer ce point. Les chatons ont été répartis en 4 quartiles en fonction de leur poids de naissance (figure 14).

Comme dit précédemment, d'après le modèle, les poids de naissance ne semblaient pas avoir d'influence sur le délai de naissance des chatons. Il est intéressant de remarquer que les chatons ayant des petits poids de naissance n'ont pas un délai de naissance plus court que ceux ayant un poids de naissance plus important, et qu'ils ont le délai le plus variable des 4 catégories.

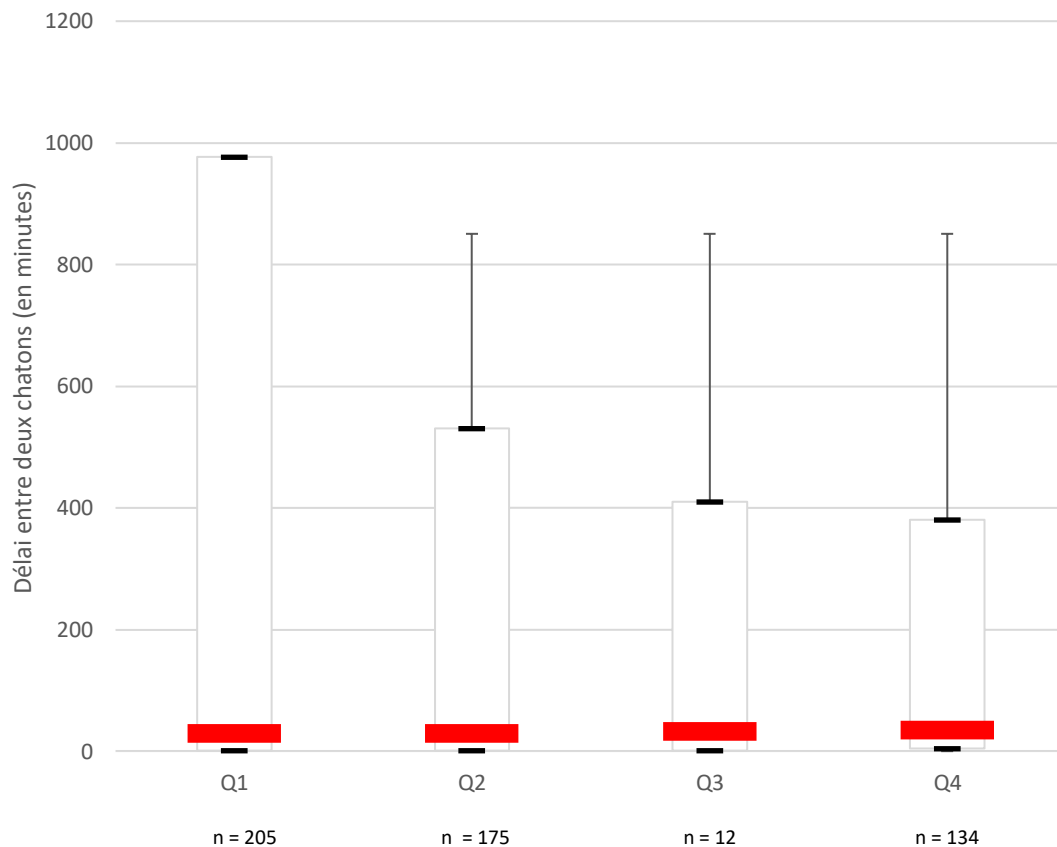


Figure 14 : Distribution du délai de naissance en fonction du quartile de poids de naissance (n = 637)

c. Effet du statut du chaton à la naissance

Le statut du chaton à la naissance, comme le poids de naissance sont deux paramètres ayant un grand intérêt obstétrical, ce qui justifie ce graphique (figure 15). Ce dernier aurait pu nous orienter vers le fait que le statut mort-né du chaton modifiait quelque peu (dans le sens de la diminution) son délai de naissance. Cependant dans notre modèle, l'influence de ce paramètre était non significative.

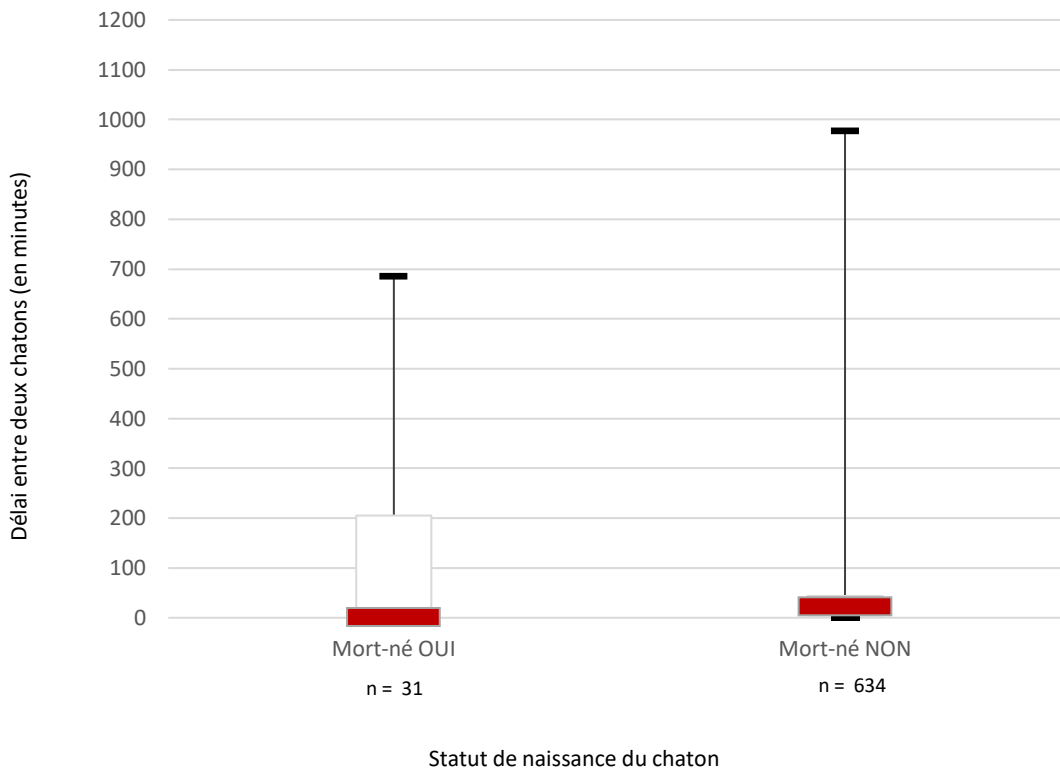


Figure 15 : Délai de naissance en minutes en fonction du statut de naissance du chaton vivant ou mort (n = 665)

3. Conséquences sur la santé des chatons

a. Mortalité néonatale précoce

Comme pour la durée totale de la mise-bas, l'analyse statistique de Kruskal Wallis n'a pas montré de relation entre le délai de naissance et le fait de mourir ou non au cours des deux premiers jours après la naissance ($p=0,575$, test de Kruskal-Wallis).

b. Croissance néonatale précoce

Concernant la croissance entre J0 et J2, l'analyse statistique a permis de mettre en évidence une relation entre le délai de naissance et le fait pour un chaton de prendre du poids entre J0 et J2 ($p < 0,05$, test de Kruskal-Wallis). Ceci signifie que le délai de naissance d'un chaton par rapport au précédent est différent entre ceux présentant un taux de croissance 0-2 jours moyen négatif (délai de naissance moyen d'un chaton ayant un taux de croissance négatif =

38 ± 25 minutes) et ceux ayant un taux de croissance positif (délai de naissance moyen d'un chaton ayant un taux de croissance positif = 40 ± 22 minutes).

Cependant, aucun seuil n'a été mis en évidence par l'analyse ROC.

IV. Durée cumulée de naissance

1. Valeurs de la durée cumulée de naissance

La durée cumulée de naissance moyenne était de 80 ± 110 minutes (médiane = 54). Cette durée allait de 0 minute pour les premiers nés, (donc pour les rangs de naissance égaux à 1) jusqu'à 1098 minutes, ce qui correspondait à la fin de la mise-bas la plus longue. Environ 57% des chatons avaient une durée cumulée de naissance inférieure à 60 minutes (figure 16).

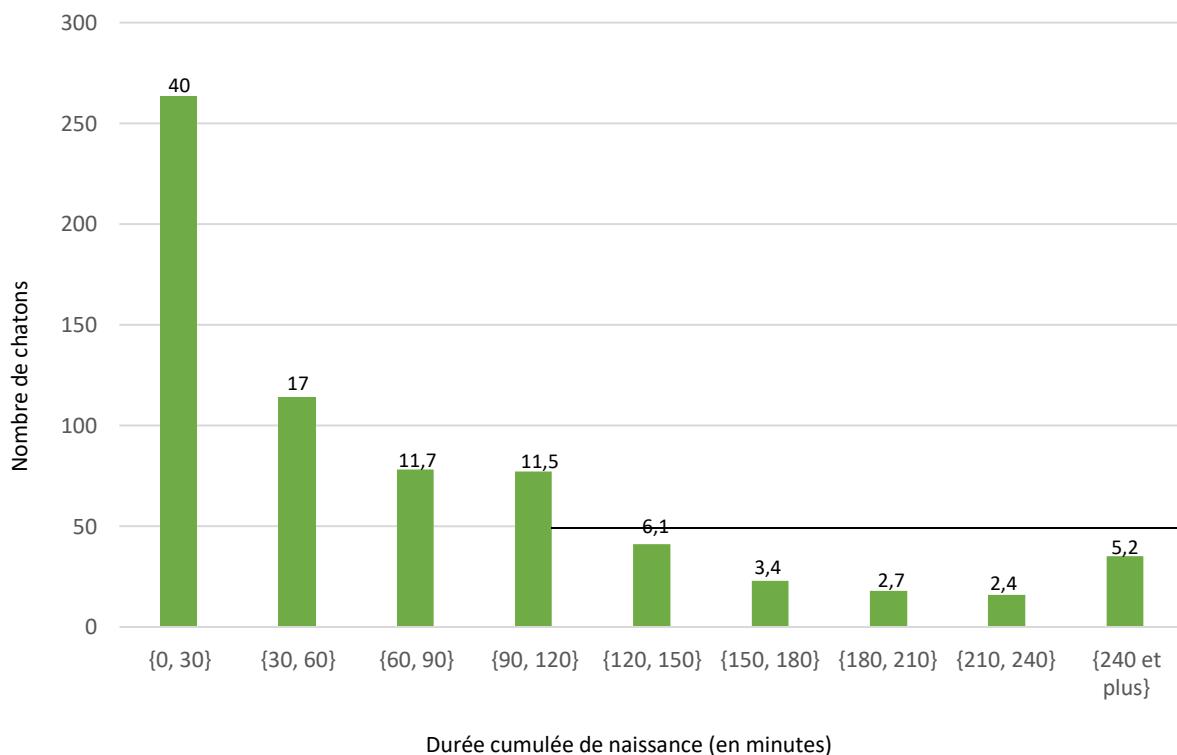


Figure 16 : Distribution de la durée cumulée de naissance (n = 665)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de chatons ayant une durée cumulée de naissance de la classe considérée au sein de la population

2. Facteurs de variation de la durée cumulée de naissance

Pour rappel, le modèle multivarié de la durée cumulée de naissance était :

$\text{Log (Durée cumulée de naissance)} \sim \text{Taille de la portée} + \text{Saison météorologique} + \text{Moment de la journée} + \text{Hétérogénéité des poids de naissance} + \text{Age de la mère} + \text{Poids de naissance} + \text{Rang de naissance} + \text{Sexe du chaton} + \text{Effet aléatoire de la mère}$

Ce modèle complet expliquait 70% de la variabilité de la durée cumulée de naissance dont 42% pour le rang de naissance et 2% pour la taille de la portée.

En effet, sur l'ensemble des paramètres évalués, seul le rang de naissance ($p < 0,05$) et la taille de la portée ($p < 0,05$) ont été identifiés comme ayant un effet sur la durée cumulée de naissance. Aucun effet de l'âge de la mère ($p = 0,964$), du moment de la journée ($p = 0,819$) ou de la saison de la mise-bas ($p = 0,568$), du sexe du chaton ($p = 0,715$), du poids de naissance ($p = 0,485$) ou de l'hétérogénéité des poids de naissance ($p = 0,479$) n'a été mis en évidence.

a. Association avec le poids de naissance

Comme dans la partie précédente, bien que ce facteur n'ait pas d'effet d'après le modèle étudié, compte-tenu de l'intérêt particulier pour les petits poids de naissance, il a été choisi d'illustrer ce point.

Les chatons ont été répartis en quartiles en fonction de leur poids de naissance.

Comme dit précédemment, d'après le modèle, les poids de naissance ne semblaient pas avoir d'influence sur la durée cumulée de naissance. La figure 17 nous permet comme pour le délai de naissance de dire que les chatons ayant des petits poids de naissance n'ont pas une durée cumulée de naissance plus courte que ceux ayant un poids de naissance plus important.

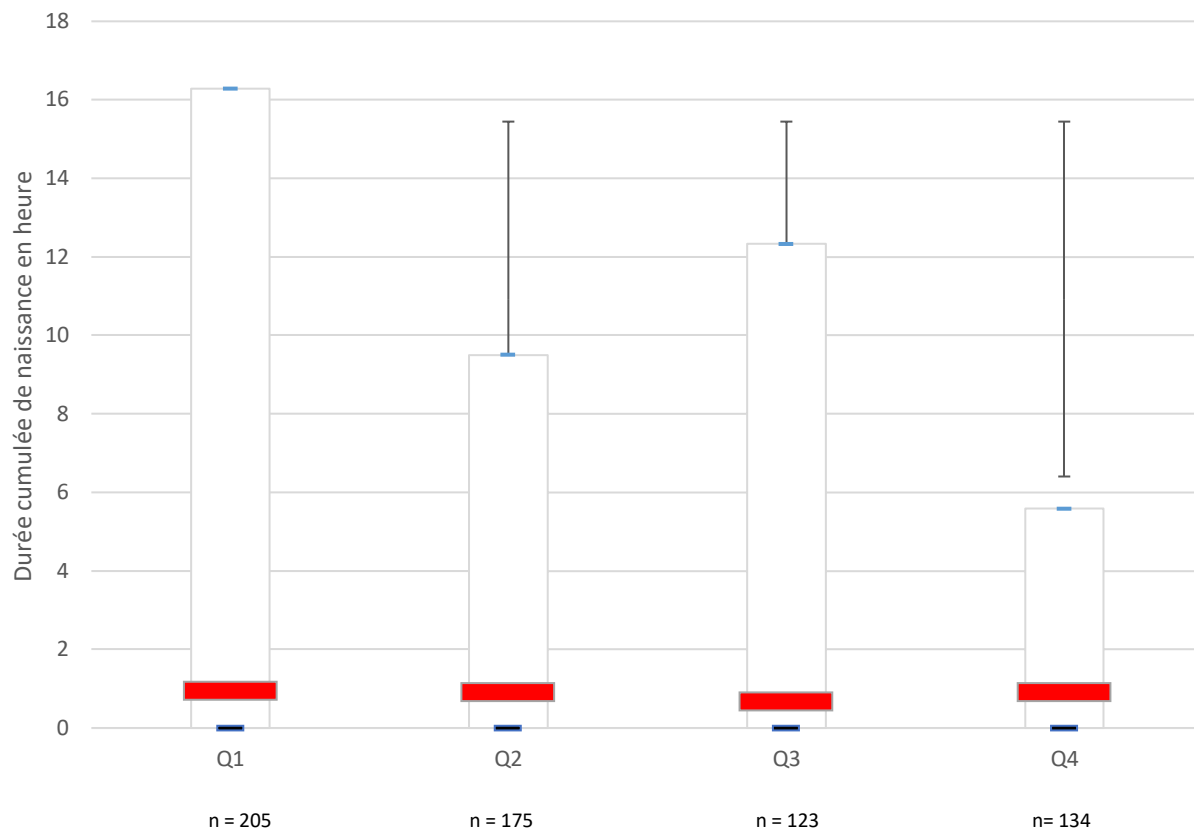


Figure 17 : Durée cumulée de naissance en fonction du poids de naissance des chatons répartis en quartile (n = 637)

b. Effet du statut du chaton à la naissance

Le statut du chaton à la naissance, est un paramètre d'un grand intérêt obstétrical, ce qui justifie la figure 18. Ce dernier illustre le fait que le statut mort-né ou non du chaton n'était pas associé à la durée cumulée de naissance.

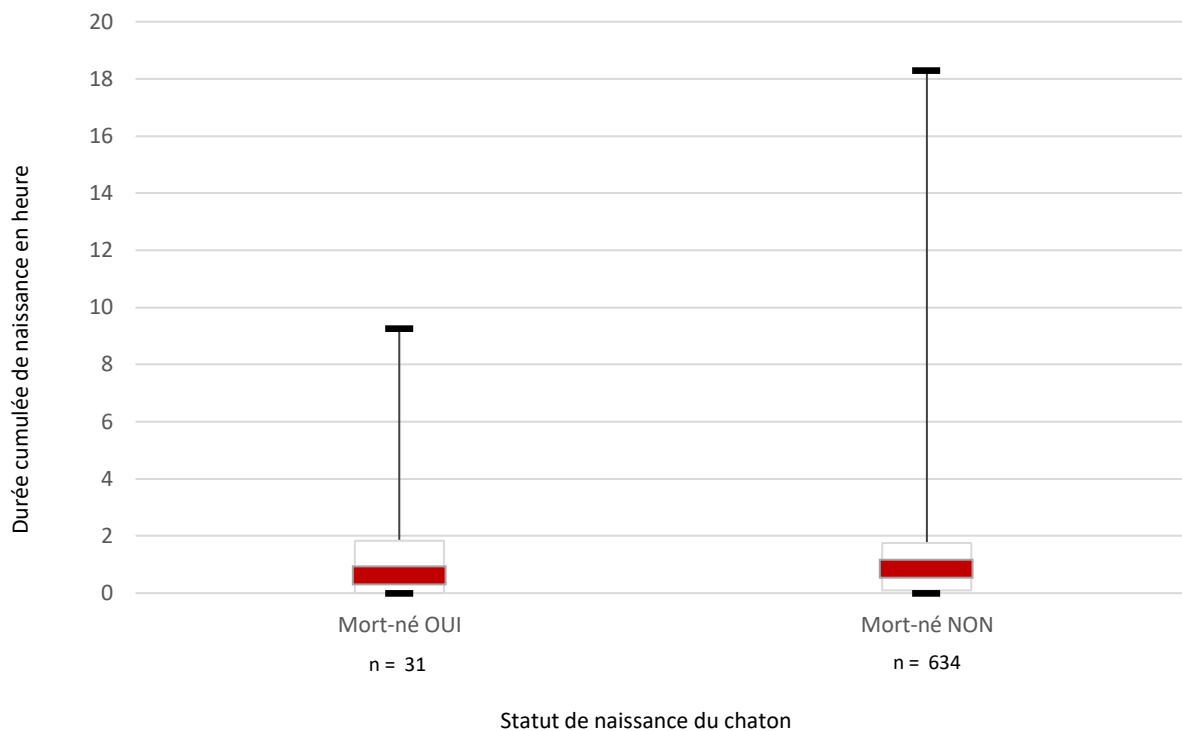


Figure 18 : Durée cumulée de naissance en fonction du statut de naissance des chatons (n = 665)

3. Conséquences sur la santé des chatons

a. Mortalité néonatale précoce

Comme pour les deux variables précédentes, l'analyse statistique ne montre pas de relation entre la durée cumulée de naissance et le fait pour un chaton de mourir ou non entre J0 et J2 de vie ($p= 0,524$, test de Kruskal-Wallis).

b. Croissance néonatale précoce

Il en est de même pour la croissance néonatale précoce puisque l'analyse statistique nous a permis d'obtenir une p-valeur égale à 0,655, ne démontrant pas de relation entre la durée cumulée de naissance et le fait d'avoir une croissance négative ou non entre J0 et J2 (test de Kruskal-Wallis).

V. Bilan des résultats de l'étude

Les résultats significatifs de l'étude sont regroupés et résumés grâce à la figure 19.



Figure 19 : Bilan des résultats de l'étude

Les facteurs de variation retenus pour cette étude sont sur la première ligne, (jaune : le facteur propre à la mère ; bleu : facteurs propres à la mise-bas et donc à la portée ; vert : facteurs propres aux chatons). Les flèches noires représentent l'ensemble des relations significatives mises en évidence. L'absence de flèche correspond à l'absence de résultat significatif au seuil de 5%.

Discussion

I. Limites de l'étude

1. Collecte des données

Les données ont été récoltées sur la base du volontariat. De fait, on ne pouvait malheureusement pas exclure le fait que les données récoltées aient été quelque peu incorrectes mais aussi incomplètes. Par exemple, certains mort-nés ont pu ne pas être recensés et certaines heures de naissance ont pu être notées a posteriori et donc de mémoire ce qui a pu en impacter la précision. Un questionnaire mis à la disposition des éleveurs de manière prospective leur permettrait d'effectuer directement le relevé des données attendues, notamment les heures de naissance et les poids de naissance. Néanmoins, la collecte réalisée par cette étude a permis de réunir des données issues de 35 éleveurs félins qui enregistrent spontanément ces données et qui n'ont aucun intérêt à les biaiser.

2. Représentativité de notre population

a. L'effectif

Notre population incluait 665 chatons et 157 mises-bas de 111 mères différentes. Si l'on replace cet effectif dans celui trouvé dans la littérature portant sur la reproduction féline (tableau 2), il est de grande taille par rapport à certaines études comme celle de Gatel et al. (2011) ou encore celle de Socha et al. (2019) mais bien moindre que ceux des travaux de Fournier et al. (2016) et de Sparkes et al. (2006).

Cependant le mode de collecte des données de Fournier et al (2016) était bien différent du nôtre. En effet, ils utilisaient un logiciel dédié de gestion d'élevage pour collecter les données que les éleveurs entraient eux-mêmes. De ce fait, la collecte devenait automatique et totalement anonyme. Cet anonymat est important. Nous pouvons considérer que ce dernier permettait de récupérer les données d'éleveurs qui étaient réticents à transmettre leurs

informations par peur de dévoiler de mauvaises performances d'élevage ou encore d'admettre la présence d'un suivi inexact.

De plus, dans cette étude, les éleveurs collectaient leurs données non pas pour autrui mais bien pour eux-mêmes pour la gestion des portées et des reproducteurs. Or les données portant sur le déroulement de la mise-bas et plus particulièrement les heures de naissance ont un intérêt immédiat pour le suivi de la mise-bas et la prise de décision d'intervention mais n'ont plus d'intérêt opérationnel dès la fin de la mise-bas.

Tableau 2 : Effectifs de chatons, de portées et de mères dans les références bibliographiques traitant de la reproduction féline

Référence	Nombre de chatons dans l'étude	Nombre de portées dans l'étude	Nombre de mères dans l'étude
Sparkes et al. (2006)	4819	1056	*
Ström Holst et Frössling. (2009)	*	694	*
Musters et al. (2011)	887	*	197
Gatel et al. (2011)	140	*	24
Fournier et al. (2016)	28 065	7 705	5 303
Romagnoli et al. (2019)	1424	337	128
Socha et al. (2019)	279	52	35

*Valeur non disponible

b. Le facteur race

Seule l'étude de Socha et al. (2019) avait une population composée d'une seule race mais la plupart des études concernant la reproduction féline étaient des études multi-rationnelles (tableau 3). Notre étude comprenait 15 races au total. Nous étions conscients de la présence plus que probable d'un effet race puisque l'étude de Ström Holst, Frössling (2009) a identifié le facteur race comme ayant un impact sur la présence de mort-nés au sein des portées. La race a aussi une influence sur la taille de la portée et la durée totale de la gestation (Sparkes et al. 2006 ; Romagnoli et al. 2019) chez le chat. Cependant, à la vue du nombre de chats par race de notre population (figure 6), nous avons privilégié une analyse globale.

Tableau 3 : Nombre de races de chats représenté dans les références bibliographiques traitant de la reproduction féline

Référence	Nombre de races
Sparkes et al. (2006)	14
Ström Holst et Frössling. (2009)	*
Musters et al. (2011)	29
Gatel et al. (2011)	11
Fournier et al. (2016)	45
Romagnoli et al. (2019)	4
Socha et al. (2019)	1

Cette décision a été confortée par le fait que les races les plus représentées au sein de notre étude à savoir le Maine Coon, le Bengal, le British Shorthair, le Persan et le Sacré de Birmanie sont aussi les races les plus représentées parmi les naissances de chatons en France sur la période 2004 à 2020 (www.loof.fr ; figure 20). Les chatons Maine Coon représentent 21% de notre population (contre 29,7% des pedigrees délivrés dans la population française totale) ; les chatons Sacré de Birmanie représentent 10,1% et les chatons Norvégiens 5,5% de notre population totale.

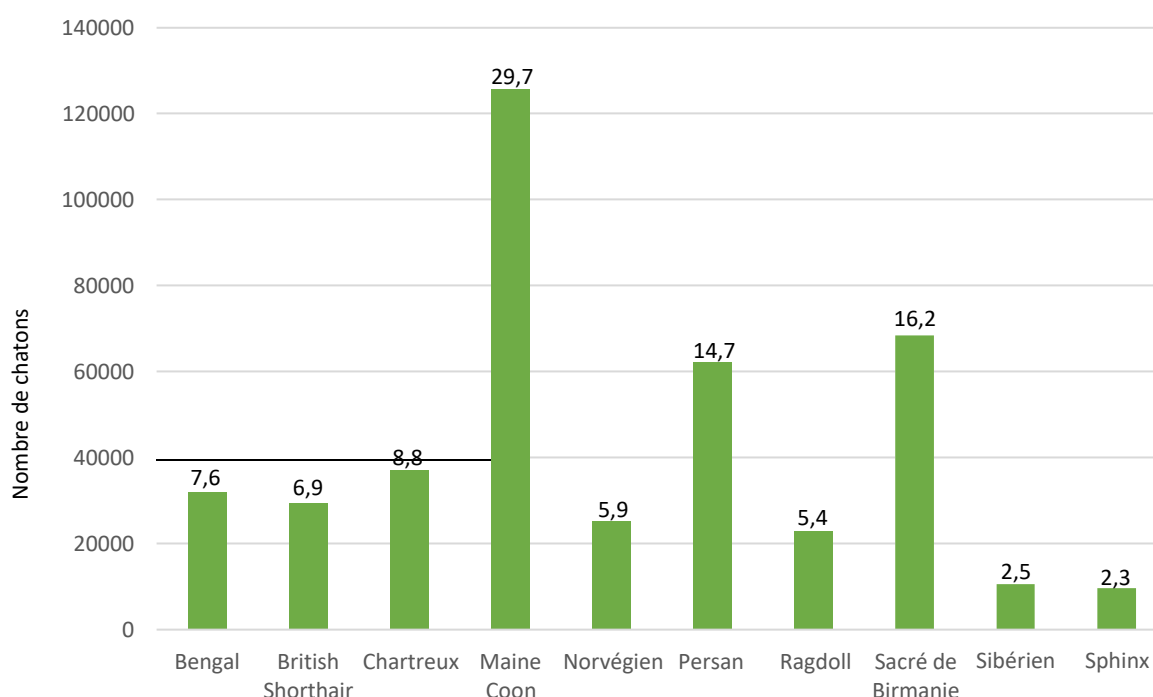


Figure 20 : Nombre de chatons nés des 10 races les plus représentées sur la période 2004-2020 (d'après les données du LOOF, www.loof.fr)

Les chiffres indiqués au-dessus des barres du graphique correspondent au pourcentage de chatons de la race considérée au sein de l'effectif total des naissances enregistrées par le LOOF entre 2004 et 2020.

Concernant le déroulement de la mise-bas, il serait notamment intéressant d'étudier l'influence du gabarit de la race (grand gabarit comme le Maine Coon et Chat des Forêts Norvégiennes vs chat de gabarit « normal ») ou de la morphologie (brachycéphale comme le Persan vs non brachycéphale).

c. Les élevages

Au total, 35 élevages différents font partis de notre population avec un maximum de 5 portées par élevage. Ce faible nombre de portées par élevage, bien que non souhaité, nous a permis de diminuer le biais lié aux conditions d'élevage qui sont très variables entre les élevages félines. Dans la plupart des études réalisées sur le déroulement de la mise-bas, notamment chez la truie, un seul élevage était considéré (Van Rens et Van Der Lende 2004 ; Islas-Fabila et al. 2018) ce qui permet de mettre plus facilement en évidence l'effet de certains facteurs comme l'âge de la mère. Mais la faible taille des élevages félines rend impossible la réalisation d'études à l'échelle d'un seul élevage puisque ce dernier reste encore aujourd'hui un élevage peu intensif voire souvent familial (Ström Holst, Frössling 2009).

D'autre part, l'inclusion d'individus issus d'un grand nombre de races et vivant dans diverses conduites d'élevage contribue à la représentativité de notre échantillon par rapport à la population totale française.

d. Choix des données

Nous avons défini le début de la mise-bas comme l'expulsion du premier né, ce qui correspond au début du stade II de la parturition. Nous avons donc négligé le stade I, qui correspond au changement de comportement de la chatte (nidation, toilettage excessif, tachypnée...) ainsi qu'à l'apparition des contractions utérines initiales qui sont intermittentes et bien difficiles à détecter mais aboutissant au relâchement progressif du col (Stenkiste, 2009).

Or il est probable que la durée et le déroulement du stade I de la parturition puissent, seuls ou en addition au stade II, avoir un impact sur la survie et la croissance du nouveau-né.

Cette donnée nous aurait permis de connaître la durée pendant laquelle un fœtus a subi les contractions ayant abouti à son expulsion et si ce délai influait sur le reste de la mise-bas.

Néanmoins, le début du stade I est difficile à détecter et à identifier précisément rendant cette éventuelle analyse complexe.

De plus nous ne nous sommes pas du tout intéressés à la gestation. La taille de la portée semble avoir une influence sur la gestation puisqu'une taille de portée importante est associée à une gestation raccourcie (Sparkes et al. 2006 ; Romagnoli et al. 2019), probablement en raison de quantités plus élevées de cortisol fœtal (Van Dijk et al., 2005). De plus, notre étude met en évidence que la taille de la portée exerce une influence sur la durée de la mise-bas. L'existence d'un lien direct entre la durée de la gestation et la durée de la mise-bas à taille de portée égale mériterait d'être explorée.

Concernant la détermination du sexe des chatons, cette dernière s'avère être difficile dans notre période d'intérêt, à savoir dans les premiers jours de vie. Elle se réalise par l'appréciation de la distance ano-génitale. Cette dernière est plus grande chez le mâle (1,2 à 1,4cm) que chez la femelle (0,5 à 1cm) (Thevenet, 2007). L'évaluation du sexe devient plus aisée avec le temps mais notre étude porte sur une période très courte post naissance à savoir entre J0 et J2 de vie ce qui peut donc laisser des erreurs dans la détermination du sexe du chaton. Ces erreurs sont majorées dans le cas des chatons morts tôt dans notre période d'intérêt. De plus, l'apparition du dimorphisme sexuel est plus tardive chez les races de petits gabarits que sur les chats de grande taille comme le Maine Coon par exemple (Moik, Kienzle 2011). Ces difficultés peuvent expliquer la proportion (4%) d'informations manquantes dans notre jeu de données concernant le sexe des chatons.

La parité n'a pas pu être exploitée dans notre étude par manque de données renseignées (59% de données manquantes). Chez la truie, aucune influence de la parité sur le déroulement de la mise-bas n'a été montrée (Van Dijk et al. 2005 ; Schild et al. 2019).

Outre la forte proportion de données manquantes, les données de parité sont susceptibles d'être biaisées : les mères ayant les parités les plus élevées peuvent avoir été sélectionnées par leur éleveur comme étant bonnes reproductrices (les moins bonnes sont en général sorties de la reproduction plus précocement) et donc en particulier avoir mis bas sans difficulté et/ou avoir subi de faibles taux de mortalité de chatons. Ceci aurait donc pu créer un biais de sélection.

II. Résultats

1. Valeurs des différentes données

a. Durée totale de la mise-bas

La durée moyenne de la mise-bas au sein de notre étude était de $168 \pm 162,2$ minutes (médiane = 123 minutes). Cette valeur est cohérente avec les données disponibles dans la littérature puisque la plupart des durées totales de mises-bas disponibles chez la chatte sont inférieures à 6 heures (85,7% des mises-bas pour l'étude de Sparkes et al. (2006) et 99,3% pour celle de Socha et al. (2019)).

D'ailleurs 6 heures paraîtraient être la durée au-delà de laquelle on peut considérer la durée de la mise-bas comme anormale (Root et al., 1995).

Dans notre population, seules 16% de nos portées dépassaient ce seuil de durée de mise-bas. Aucune durée de mise-bas de notre population n'excédait 18 heures.

b. Délai de naissance

Nos chatons présentaient un délai de naissance moyen de $50,9 \pm 80,1$ minutes (médiane = 30), avec une grande variabilité (entre 1 et 977 minutes). Cette variabilité de délai de naissance se retrouve dans l'étude de Sparkes et al. (2006) avec des délais de naissance allant de 2 à 1001 minutes et de manière moindre dans l'étude de Socha et al. (2019) avec des délais de 2 à 295 minutes.

La grande variabilité de valeurs de délai de naissance rend d'autant plus compliquée pour les éleveurs mais aussi pour les vétérinaires, de discriminer une mise-bas normale d'une mise-bas dystocique (Musters et al. 2011).

c. Durée cumulée de naissance

La durée cumulée moyenne de naissance était de $105 \pm 121,2$ minutes (médiane = 71,4).

Aucune valeur n'est disponible dans la littérature que ce soit chez le chat ou bien chez d'autres espèces polytoques comme le chien ou encore le porc.

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

a. Facteurs maternels

Au vu des données disponibles, seul l'âge a été retenu comme facteur maternel susceptible d'avoir un effet sur le déroulement de la mise-bas. L'âge des mères de notre étude était en moyenne de 2,8 ans ce qui est cohérent avec ce que nous dit la littérature où la plupart des mères ont entre 1 et 3 ans (Ström Holst, Frössling 2009) mais aussi cohérent avec les données du LOOF sur la répartition des femelles par âge à la mise-bas (www.loof.fr). L'âge maternel est connu dans l'espèce féline pour exercer une influence sur le risque de mortinatalité (Ström Holst, Frössling 2009).

Nos résultats montrent que l'âge maternel n'a d'influence ni sur la durée de la mise-bas, ni sur le délai de naissance. Cependant chez la chatte, les femelles de plus de 7 ans ont un taux de mortinatalité qui augmente alors que la taille de leur portée diminue (Ström Holst, Frössling 2009). Ceci n'a pas été retrouvé dans notre population, certainement du fait du faible nombre de femelles de 7 ans ou plus (uniquement 5 mères) que nous avons.

Chez la chienne, l'âge de la mère a une influence sur la taille de sa portée (Chastant-Maillard et al. 2017) et sur le risque de survenue d'une mise-bas dystocique (Cornelius et al. 2019).

Bien que la parité n'ait pas pu être exploitée dans notre étude comme dit précédemment, cette dernière a été caractérisée dans de nombreuses autres espèces notamment chez la truie (van Dijk et al. 2005 ; Schild et al. 2019). Ces deux études étaient assez contradictoires puisque la première montrait que la durée de la mise-bas et le délai de naissance ne variaient pas en fonction de la parité de la mère. La deuxième toujours chez le porc, a quant à elle démontré l'inverse puisque la durée de la mise-bas augmentait de façon progressive à partir d'une parité égale à 7. L'hypothèse avancée dans cette deuxième étude était un allongement due au vieillissement de l'utérus des truies qui après plusieurs parturitions, auraient un affaiblissement de la capacité de leurs muscles utérins à se contracter pendant les parturitions, entraînant donc une durée de mise-bas prolongée (Ju et al. 2021). Chez la vache, le même constat a été effectué puisque le score de dystocie due à une parturition longue augmente modérément avec la parité de la vache (Zaborski et al. 2009).

Chez la chienne, la parité a également un impact puisqu'une parité faible est associée à une augmentation du risque de naissance de chiots mort-nés (Cornelius et al. 2019).

b. Saison et moment de la mise-bas

Aucune influence du moment de début de la mise-bas (jour/nuit) ni de la saison n'a été mise en évidence dans notre étude.

À l'inverse, en Suède, la nécessité de recourir à une césarienne chez la chatte est plus élevée en hiver (décembre à janvier) (Ström Holst et Frössling 2009).

c. Sexe du chaton

Le sexe du chaton n'avait pas d'influence sur la durée de la mise-bas et n'en avait pas non plus sur le délai de naissance. Ce résultat est cohérent avec ce qui a été démontré chez le porc chez qui le sexe du porcelet n'influe pas sur le déroulement de la mise-bas (Van Rens et Van Der Lende 2004).

d. Poids du chaton à la naissance

Le poids de naissance moyen des chatons de notre population était de $98,5 \pm 18$ grammes (médiane = 97), avec un minimum de 54 grammes et un maximum de 161 grammes. Dans l'étude multiraciale de Gatel et al. 2011, les poids de naissance variaient de 65 à 165 grammes. Pour autre exemple, le poids moyen de naissance d'un chaton Maine Coon est de 117,8 grammes (Socha et al. 2019).

Dans notre étude, ni le poids de naissance, ni l'hétérogénéité de poids au sein de la portée n'avait d'influence sur le déroulement de la mise-bas que ce soit concernant la durée cumulée ou le délai de naissance.

Ceci n'est pas en accord avec les études menées sur la truie puisque que Van Dijk et al (2005) ont démontré que plus le poids de naissance est élevé, plus de délai de naissance est important. Les intervalles entre les naissances des porcelets augmentaient avec

l'augmentation du poids à la naissance. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'un poids de naissance élevé signifie un volume du fœtus plus grand. De ce fait, il faudra que la mère fournisse des efforts expulsifs plus importants et plus longs pour permettre l'expulsion de ce fœtus par rapport à ceux ayant un poids de naissance moindre.

Notre étude a permis de mettre en évidence que la taille de la portée a une influence sur le délai de naissance. Or la taille de la portée est inversement proportionnelle au poids de naissance (Gatel et al. 2011).

Le poids de naissance a également une influence sur la santé du chaton puisqu'un petit poids de naissance augmente de façon significative le risque de mortalité néonatale (Mugnier et al. 2021).

e. Taille de la portée et rang de naissance

La taille moyenne de portée était de $4,3 \pm 1,6$ chatons. Cette valeur est cohérente avec ce que l'on retrouve dans la littérature puisque les valeurs retrouvées sont une moyenne de 3,7 pour Ström Holst et Frössling (2009), 4,6 pour Sparkes et al (2006) et 4,0 pour Fournier et al. (2016).

Notre étude met en évidence que la taille de la portée influençait tout d'abord la durée de la mise-bas. En effet, plus la taille de la portée était importante, plus la durée de la mise-bas l'était conjointement. Pour chaque chaton supplémentaire dans la portée, la durée de la mise-bas augmentait de 24% (SD = 4%). Chez la truie, le même constat a été fait puisque la taille de la portée augmente la durée de la mise-bas (Schild et al. 2019).

Mais la taille de la portée influait également sur le délai de naissance. Plus une portée était de taille importante, plus le délai de naissance entre les chatons était court (ce facteur expliquait 10% du modèle). On observait une diminution du délai de naissance de 23% (SD = 4%) par chaton en plus dans la portée. Ceci est également retrouvé chez le porc où les intervalles entre les naissances augmentent avec la diminution de la taille de la portée (Vallet et al., 2011).

Cependant, dans le cas du délai de naissance (et au contraire de la durée totale de la mise-bas), le rang de naissance avait également un effet significatif même si limité (ce facteur

expliquait 4% du modèle). Le rang de naissance était associé à une augmentation du délai de naissance ; pour chaque rang supérieur, le délai de naissance augmentait de 14% (SD = 3%).

Pour résumer, plus la portée était de grande taille, moins le temps s'écoulant entre l'expulsion de deux chatons successifs était élevé mais plus la chatte mettait du temps à expulser les derniers. De façon générale, sur une portée de grande taille, les chatons de faible rang étaient expulsés plus vite que les chatons ayant les rangs les plus élevés.

Ce constat est identique chez les portées de porcelets chez qui les intervalles de naissance des derniers sont plus importants que pour les premiers expulsés (Van Rens et Van Der Lende 2004). Les derniers nouveau-nés dans l'ordre de naissance de la portée peuvent avoir une période d'expulsion plus longue en raison du manque de contractions utérines efficaces ou en raison de la diminution de la sécrétion de prostaglandine placentaire (PGF2 ou E2) au cours de la mise-bas qui est un facteur important dans la contractilité utérine (Islas-Fabila et al. 2018). Islas-Fabilas et al (2018) soulignent que chez les porcelets, les nouveau-nés les plus à risque de présenter des altérations à la fois physiologiques, métaboliques (hypercapnie, hyperglycémie, hypercalcémie et acidose respiratoire) et comportementales (retard de connexion à la mamelle par rapport aux autres nouveau-nés de la portée par exemple) sont ceux nés dans le premier et le dernier quart de rang de naissance. Les derniers rangs de naissance sont les plus à risque de mortinatalité notamment si la mise-bas se prolonge. Ceci est appuyé par les travaux de Baxter et al (2008) pour qui les porcelets ayant un rang de naissance élevé ont un taux de survie néonatale plus faible et ce même si la mise-bas est normale.

La taille de la portée a également un impact sur le potentiel caractère dystocique de la mise-bas. En effet, chez la chienne, une portée de petite taille est le cas de figure le plus propice à engendrer une dystocie (<5 chiots : 1,98% de plus de risque de présenter une dystocie) s'expliquant le plus souvent par l'insuffisance du signal fourni pour déclencher ou mener à bien la mise-bas. Une portée de grande taille quant à elle donne une probabilité de survenue d'une dystocie intermédiaire (>9 chiots : 1,34% de plus de risque de présenter une dystocie) car peut provoquer une atonie utérine primaire ou secondaire (Cornelius et al. 2019). Le plus souvent chez la chatte, l'inertie utérine est de type primaire (Johnston et al. 2001) dans 60,6% des cas (Ekstrand et Linde-Forsberg 1994 ; Jackson, 2004).

Le caractère dystocique aurait donc été un bon facteur à prendre en considération à la vue de la littérature. Bien souvent le terme de dystocie est associé de façon directe à une césarienne. Dans notre étude et pour répondre scrupuleusement à la question initiale du déroulement de la mise-bas, nous avons écarté toutes les mises-bas ayant donné lieu à une césarienne. Dans le cadre de notre étude la dystocie aurait plutôt comme définition un déroulement de la mise-bas anormal avec soit une durée soit un délai ou encore une durée cumulée de naissance anormale, sous réserve d'être capable de définir le caractère anormal.

f. Mortinatalité

La mortinatalité a été considérée ici comme un facteur de variation d'un point de vue statistique ; cependant elle peut être aussi considérée comme étant une variable conséquence de la durée de la mise-bas.

Dans notre population, 13% des portées présentaient au moins un mort-né avec un taux de mortinatalité total de 4,5%. Ce taux est cohérent avec les données retrouvées dans la littérature où il est souvent proche de 5% comme dans l'étude de Musters (2011). Notre taux de mortinatalité pourrait même être considéré comme faible si on le compare à l'étude de Fournier (2016) qui enregistrait un taux de mortinatalité de 8,5%.

La durée de la mise-bas ne variait pas en fonction de la présence ou de l'absence de chaton mort-né dans la portée dans notre étude. Chez le chiot, la présence de mort-nés et la durée de la mise bas sont liées puisque la durée de la mise bas pour les portées ayant au moins un mort-né est d'environ 8 heures contre environ 6 heures pour celles dont tous les chiots sont nés vivants (Schiebel, 2020).

La présence de mort-né n'était pas non plus associée au délai de naissance des chatons. Ceci est également en désaccord avec ce que l'on trouve dans la littérature chez le chien : d'après Cornelius et al (2019), l'augmentation du délai de naissance augmente le risque de mortinatalité avec un délai moyen de 102 minutes pour les chiots mort-nés contre 65 minutes pour les nés vivants. En effet, plus le délai de naissance augmente, plus le risque que le chiot soit mort-né augmente conjointement : moins de 5% de chiots mort-nés lorsque leur délai de

naissance est inférieur à 90 minutes contre 15% de chiots mort-nés (sur un effectif de 1038 chiots) lorsque le délai de naissance dépasse les 90 minutes (Schiebel, 2020).

Chez le porc (Holm et al. 2004 ; Schild et al. 2019), les truies présentant des mises-bas longues sont statistiquement celles qui ont au moins un mort-né dans leurs portées.

Nos résultats nous poussent à nous questionner sur le rapport de causalité entre la durée de la mise-bas et la présence de mort-né. Est-ce que les durées sont plus longues car le(s) chaton(s) sont déjà morts avant la parturition ? Ou est-ce au contraire l'allongement de la parturition qui provoque la mort de ces chatons au cours même de la mise-bas ? Les deux relations ne sont d'ailleurs pas exclusives l'une de l'autre.

Il semblerait que la littérature soit en faveur de la deuxième hypothèse selon laquelle l'allongement de la durée de la mise-bas entraînerait une augmentation de la mortinatalité. Chez la truie, la grande majorité (71%) des mort-nés meurent au cours de la parturition ce qui suggère plutôt que le processus de mise-bas soit responsable de la mort des nouveau-nés (Schild et al. 2019). Selon Gill (2001), chez le chiot, l'asphyxie fœtale est une cause majeure de mortinatalité et est majoritairement induite par un délai de naissance trop long et donc par une durée de mise-bas importante. Les causes directes de ce phénomène sont souvent l'anoxie due à une compression du cordon ombilical, à un décollement du placenta ou à une diminution de la circulation sanguine placentaire causée par les contractions utérines (Holm et al. 2004).

Dans notre étude, la catégorie « mort-né » recouvrait probablement plusieurs situations : chatons morts au cours de la mise-bas, des fœtus momifiés, des fœtus ayant de graves malformations ou encore des fœtus dont la mort serait survenue avant la mise-bas. Dans les trois derniers cas, nous pouvons imaginer que ces individus ne participent pas à leur progression dans le tractus génital voire que les déformations physiques peuvent gêner leur progression. Ceci pourrait être en faveur de notre troisième hypothèse d'effet réciproque entre la durée de la mise-bas et la présence de mort-nés.

g. Bilan et ouvertures sur les facteurs de variation

Au total, l'ensemble des paramètres que nous avons étudiés expliquaient 21% de la durée totale de la mise-bas (le modèle complet expliquait 53%), 14% de la variation du délai de naissance (la totalité du modèle expliquait 18%) et 44% (la totalité du modèle expliquait 70%) de la variation de la durée cumulée de naissance.

D'autres facteurs, non pris en compte ici, exercent une influence sur le déroulement de la mise-bas autant dans sa durée totale que dans les délais de naissance entre les chatons et dans les durées cumulées de naissance.

Concernant la mère, d'autres facteurs d'intérêt auraient pu être pris en compte comme bien évidemment la parité mais aussi des paramètres la concernant avant sa gestation (son poids, ses antécédents médicaux, son statut vaccinal, son mode de vie...). Une fois encore, la race de la mère ainsi que son gabarit devraient être étudiés comme cela a été fait chez la chienne par Zonturlu et Kaçar (2012) : les délais de naissance sont plus importants entre le Beagle et le Labrador qui ont une différence de gabarit importante (poids moyen d'un beagle : 9-11 kg contre 25-36 kg en race labrador) qu'entre le Labrador et le Berger Allemand (poids moyen : 25-40 kg).

La durée de la gestation aurait pu être prise en compte puisque selon Van Rens et Van der Lende (2004) mais aussi Van Djik et al. (2005), la durée de la mise-bas augmente avec la durée de gestation chez la truie. Cependant chez la chatte, la durée de la gestation exacte est difficile à déterminer puisque sa période œstrale est très longue, à savoir environ une semaine (Musters et al. 2011). La plupart du temps, on estime le début de la gestation au jour de la première saillie.

L'influence du statut nutritionnel pendant la gestation et à la mise-bas (statut calcique et énergétique) sur le déroulement de la mise-bas serait intéressant à explorer. En effet, les besoins énergétiques de la chatte augmentent au cours de la gestation puisqu'ils augmentent de 60–90 kcal/kg/jour en début de gestation à 100–140 kcal/kg/jour en fin de gestation. Le contrôle de l'alimentation est essentiel au cours de la gestation notamment le contrôle de

l'apport en taurine qui en cas de carence sévère au cours de la gestation donnerait lieu à de la mort fœtale ou à des malformations congénitales (Jackson, 2004).

Concernant la portée et la mise-bas en elle-même, nous aurions pu envisager d'étudier la présentation des chatons puisque l'on sait que chez les porcelets, la présentation postérieure entraîne un délai de naissance statistiquement plus long qu'une présentation antérieure. La présentation postérieure serait plus stressante pour le fœtus puisqu'elle influencerait sur des paramètres physiologiques et métaboliques comme le pH, la concentration de lactates et d'adrénaline dans le sang du cordon ombilical à la naissance (Van Dijk et al. 2005). La présentation postérieure est considérée normale chez la chatte.

D'autres paramètres inhérents à la mise-bas auraient pu être pris en compte comme la production de relaxine. Celle-ci a été étudiée chez la truie dans les derniers moments avant le début de la mise-bas : des concentrations sanguines maternelles de relaxine élevées au cours des 14 dernières heures avant le début de la parturition sont associées à des durées de mise-bas plus longues en raison de l'effet inhibiteur de la relaxine sur les contractions du myomètre (Wathes et al. 1989). Cependant la vérification de cette relation nécessiterait des prises de sang répétées avant la mise-bas des chattes, procédure potentiellement génératrice de stress.

Le comportement ou bien le tempérament global de la mère auraient pu être pris en compte puisque l'on sait que chez la truie, un tempérament agressif ou stressé de la mère augmente de manière significative la durée de la mise-bas mais aussi le délai de naissance entre les porcelets (Van Rens et Van Der Lende 2004). C'est aussi vrai chez la chienne chez qui le stress en particulier semble allonger les délais de naissance (Van der Weyden et al. 1981). En effet, l'utilisation de phéromones d'apaisement pendant, mais aussi après la mise-bas, a un effet bénéfique sur les soins prodigués par la mère aux chiots (Santos et al. 2020).

Si le comportement de la mère impacte la mise-bas, nous pouvons aisément comprendre que l'environnement dans lequel se trouve la chatte au moment de la mise-bas influe également sur le déroulement de cette dernière. Notamment par le stress que peut provoquer un environnement inadéquat. Chez la truie par exemple, les mises-bas sont plus longues quand la truie est en cage par rapport aux mises-bas se déroulant en enclos (Oliviero et al. 2010 ;

Schild et al. 2019) ; Chez la chienne, des perturbations environnementales peuvent diminuer ou même inhiber complètement les contractions utérines pendant la parturition (Van der Weyden et al. 1981).

Un environnement ne permettant pas à la chatte de préparer sa mise-bas en créant son nid entrainera une parturition dans le stress potentiellement plus difficile. La même chose est retrouvée chez la truie qui elle aussi, a besoin de s'isoler avant sa parturition (Ison et al. 2018) et un défaut de satisfaction de ce besoin entraine des changements de comportements de la truie pendant la mise-bas pouvant eux-mêmes avoir un impact sur la durée de la parturition mais aussi sur la survie des porcelets (Schild et al. 2019). Van Dijk et al (2005) soulignent qu'un stress environnemental aigu imposé aux cochettes juste après la naissance du premier porcelet retardait l'accouchement notamment par la réduction significative de la concentration plasmatique en ocytocine, entrainant des contractions utérines inadéquates pour l'expulsion des fœtus.

La notion de stress est largement reconnue comme étant un acteur négatif de la mise-bas et il est donc important de pouvoir le constater et le quantifier. Le dosage de cortisol salivaire pourrait permettre d'identifier rapidement au cours de la mise-bas et de manière non invasive un stress maternel afin de tenter de le corriger (Schmitt et al. 2019).

Associé au stress, le phénomène de douleur au cours de la parturition aurait été intéressant à prendre en considération.

Le postulat de la douleur pendant la mise-bas des espèces domestiques est à présent bien ancré. Au même titre que chez la femme, la douleur associée à la parturition représente un problème de bien-être potentiel. Chez le porc, la douleur lors de la parturition représente un problème de bien-être et peut entraîner indirectement des pertes économiques (par exemple, en contribuant indirectement à la mortalité des porcelets, car la douleur pourrait ralentir la récupération après la mise bas, réduire la consommation de nourriture et d'eau ceci réduisant la montée de lait) (Ison et al. 2018). Une meilleure prise en compte et reconnaissance de l'existence réelle de cette douleur chez les animaux domestiques pourraient permettre de la détecter, de la gérer et d'éviter les répercussions sur le déroulement de la mise-bas ainsi que sur ses conséquences (Martínez-Burnes et al. 2021). Pour preuve, chez la truie, l'administration d'anti-inflammatoire à l'abord de la mise-bas aurait un impact positif sur la

survie des nouveau-nés (Ison et al. 2016). Cependant, il faut rester conscient que l'évaluation de la douleur de l'animal par l'éleveur reste tout à fait subjective.

Une meilleure compréhension et étude de tous ces facteurs permettrait in fine, de pouvoir mieux préparer et de gérer la mise-bas.

Outre l'identification des facteurs influant le déroulement de la mise-bas, le second objectif de ce travail était d'évaluer les conséquences du déroulement de la mise-bas sur la mortalité et la croissance néonatale précoce.

3. Conséquences sur la santé et la croissance précoce des chatons

a. Mortalité néonatale précoce des chatons

Nous avons défini ici la période néonatale précoce comme les deux premiers jours de vie. Cette période est définie par le même intervalle de temps chez le chien (Schiebel, 2020) mais aussi chez le veau (Zaborski et al. 2009).

Dans notre population le taux de mortalité néonatale précoce était de 4,3% (27 chatons morts entre J0 et J2 sur 634 nés vivants) ; 15,3% des portées avaient eu au moins un chaton mort.

Notre étude n'a permis de mettre en évidence aucun effet du déroulement de la mise-bas quel que soit le paramètre de durée considéré sur la présence d'au moins un chaton mort entre l'intervalle J0 et J2, ce constat est le même que dans l'étude de Schiebel (2020). Cependant, Münnich et Küchenmeister (2014) pour leur part soulignent qu'une mise-bas prolongée est une des causes les plus importantes de mortalité dans les premiers jours de vie chez le chiot et la même chose est mise en lumière dans l'étude de Schild (2019) concernant le porc.

Le déroulement de la mise-bas est pourtant associé au risque d'hypoxie. Il est bien souvent difficile de discriminer un mort-né mort d'hypoxie pendant la mise-bas d'un chaton né vivant mais mort des conséquences de l'hypoxie dans les minutes voire heures suivant sa naissance (Holm et al. 2004). C'est pour cela que ce phénomène d'hypoxie se retrouve autant incriminé autant dans le cadre de la mortinatalité que dans la mortalité néonatale précoce. Selon

Münnich et Küchenmeister (2014), dans 90% des cas, la mort par hypoxie des nouveau-nés surviendrait dans les deux premiers jours de vie.

Ce facteur a surtout été décrit chez le chien, chez qui l'hypoxie à la naissance prédispose à la survenue dans les premières 24 heures par exemple à une entérocolite nécrosante mortelle ou encore à une nécrose myocardique ischémique (Gill 2001). Ce phénomène peut s'expliquer chez le chien par le fait que le cordon ombilical de cette espèce est de taille très réduite. De fait, lors de fortes contractions pendant la mise-bas, des tractions trop intenses peuvent entraîner un écrasement de ce cordon ou même un décollement du placenta (Münnich et Küchenmeister 2014). Cette hypoxie peut être détectée très précocement puisqu'elle s'accompagne la plupart du temps d'une bradycardie et d'une hypotension qui sont des paramètres que l'on peut mesurer et suivre (Lawler 2008) mais aussi de manière plus générale par une diminution de la vitalité du nouveau-né (Devillers et al 2011).

L'hypothermie peut survenir lors d'une mise-bas prolongée notamment lorsque la mère tarde à s'occuper de ses nouveau-nés. Elle est un risque très important de mortalité néonatale, c'est d'ailleurs la principale cause chez l'agneau (environ 60% de leurs pertes de chaleur corporelle se produisent par la peau) (Vicente-Pérez et al. 2019) puisqu'elle entraîne un échec de la succion, une dépression de la motilité intestinale, elle diminue la digestion du lait, et peut entraîner une translocation bactérienne de l'intestin vers la circulation sanguine. L'hypothermie entraîne ainsi la mort par septicémie. Cette hypothermie est aussi explicable par l'incapacité des nouveau-nés à frissonner ainsi que leur rapport surface/volume élevé et leurs faibles réserves graisseuses (Groppetti et al. 2015). Ce phénomène est donc majoré pour des nouveau-nés avec un faible poids de naissance (Vicente-Pérez et al. 2019).

L'état d'hydratation ainsi que la survenue d'une hypoglycémie sont également deux facteurs majeurs influençant la survie des nouveau-nés (Münnich et Küchenmeister 2014). Ce défaut d'hydratation, comme la survenue d'une hypothermie peut survenir lors d'une parturition longue avec une mère non disponible, voire éprouvée, qui ne s'occupe et donc ne nourrit que tardivement de ses nouveau-nés. On parle d'hypoglycémie chez le chaton lorsque la glycémie est en dessous de 0,40 g/l (Thevenet, 2007). La survenue d'une hypoglycémie s'explique par leurs capacités limitées pour la néoglucogénèse et leurs faibles réserves de glycogène qui s'épuisent très rapidement s'ils ne sont pas nourris rapidement après leur naissance

(Groppetti et al. 2015). De plus, un nouveau-né à sa naissance ne dépend presque exclusivement que de son glycogène hépatique comme source d'énergie pour ses 24 premières heures (Gill, 2001). Chez le chien, une faible concentration de glucose dans le sang a été associée à un risque plus élevé de décès au cours des 24 premières heures (Mila et al. 2017) : les nouveau-nés décédés avant l'âge de 24 h présentaient une concentration médiane de glucose dans les 8 premières heures après leur naissance d'environ 37 mg/dl, contre 98 mg/dl chez les chiots survivants. La valeur de la glycémie semble donc être un très bon facteur prédictif de la mortalité néonatale précoce ici chez le chien.

Ces trois derniers facteurs (hypoxie, hypothermie et hypoglycémie) sont d'ailleurs très fréquemment identifiés comme étant des marqueurs indicateurs de la présence d'un phénomène septique (Münnich et Küchenmeister 2014).

De manière générale, tout nouveau-né faible, souffrant d'hypoxie, d'hypothermie ou de toute autres atteintes de son état général, physiologique et/ou métabolique sera désavantagé pour la prise colostrale par rapport aux autres individus de sa portée. Ceci est plus que problématique en sachant que chez le chien ou chez le porc, la prise colostrale est le principal déterminant de la survie des nouveau-nés grâce à l'apport d'énergie et de protection immunitaire (Chastant et al. 2019 ; Devillers et al. 2011).

b. Croissance néonatale précoce des chatons

La croissance précoce (J0-J2) est prédictive du risque de mortalité néonatale (J2-J21) chez le chiot (Mila et al 2015). Elle est en effet le reflet non seulement de la quantité d'énergie ingérée précocement, mais aussi de la qualité du transfert d'immunité passive qui est cruciale pour la survie pendant la période néonatale (Chastant et Mila 2019). Chez le porcelet, l'apport insuffisant de colostrum a également été identifié comme l'une des principales causes de mortalité néonatale (Devillers et al. 2011).

Le chaton naissant quasiment agammaglobulinémique et sa barrière intestinale perdant sa perméabilité aux grosses molécules dès 16 heures de vie (Casals et al. 1996), une prise colostrale en quantité suffisante dès la première demi-journée de vie est un atout pour la lutte

contre les pathogènes au cours des premières semaines de vie. Chez le chiot, le seuil critique est une perte de 4% du poids de naissance entre J0 et J2 (Mila et al 2015) ; 96% des chiots ayant perdu plus de poids sont en déficit de transfert de l'immunité passive, contre 1% chez les chiots dont le taux de croissance est supérieur à ce seuil (Chastant et Mila 2019). Par approximation, l'objectif de croissance est fixé à 0, les chiots doivent avoir récupéré à minima à J2 leur poids de naissance. Chez le chaton, la valeur critique du taux de croissance n'est pas connue. Nous avons choisi d'appliquer le même que chez le chiot.

Le gain moyen de poids entre J0 et J2 dans notre population de chatons était de 116 ± 53 grammes.

Certains chatons (44 chatons) avaient perdu du poids sur cette période avec une perte maximale de 90 grammes. En effet 7% des chatons avaient subi une perte de poids sur cet intervalle de temps.

Notre étude montre que le délai de naissance a un lien significatif avec la croissance néonatale précoce sans pour autant pouvoir en définir un seuil critique.

Un impact de la durée totale de la mise-bas sur la croissance néonatale précoce a été mis en évidence chez la chienne chez qui l'augmentation de la durée totale de la mise-bas est associée à une croissance des chiots entre J0 et J2 plus faible que pour des chiots provenant de mises-bas plus rapides (taux de croissance des chiots de 12,5% pour des mises-bas ayant duré entre 0 à 4 heures contre 2,3% de taux de croissance pour les chiots issues de mises-bas ayant duré de 10 à 20 heures) (Schiebel, 2020).

Nous pouvons faire l'hypothèse qu'une mise-bas prolongée avec des expulsions longues de chacun des chatons soient associée à un stress prolongé et un effort métabolique important par la mère. Une mère ayant subi une mise-bas prolongée associée à des efforts expulsifs intenses pourrait alors avoir une moindre production de colostrum et/ou moins développer son comportement maternel. Elle pourrait alors moins stimuler la tétée de ses nouveau-nés.

Perspectives

Au vu des résultats obtenus, à savoir la présence d'un effet de la taille de la portée ainsi que du rang de naissance sur la durée totale de la mise-bas, le délai de naissance et sur la durée cumulée de naissance mais aussi de l'existence d'un lien entre le délai de naissance et la croissance néonatale précoce, plusieurs perspectives peuvent être envisagées.

Premièrement, notre étude était une étude rétrospective entraînant comme dit précédemment des incertitudes et inexactitudes dans la collecte des données par les éleveurs. La mise-bas est une étape excessivement stressante pour les éleveurs au cours de laquelle l'entièreté de leur attention est dirigée vers leurs animaux. Ceci explique les inexactitudes dans le recueil des données se déroulant dans la majorité des cas à postériori de la mise-bas (faisant donc appel à la mémoire des éleveurs). Afin d'encadrer la récolte de ces données et de rendre la tâche plus aisée pour les éleveurs, il serait opportun de réaliser une étude prospective qui serait la plus simple, précise, guidée et normée possible. Il serait judicieux d'élaborer un questionnaire bien plus ciblé et précis se focalisant sur la mise-bas en elle-même que les éleveurs pourraient remplir facilement au fur et à mesure du déroulement de la mise-bas de leur animal. Ceci nous permettrait de récupérer des données bien plus précises sur le déroulement de la mise-bas et offrirait la possibilité aux éleveurs de juger du déroulement de la parturition de leur animal en temps réel.

Ensuite, concernant les mères, il pourrait être intéressant de suivre les mères tout au long de leur carrière de reproductrices afin de déterminer si oui ou non une chatte ayant eu une première mise-bas longue verra le phénomène se reproduire pour toutes ses parturitions ultérieures permettant si tel est le cas d'anticiper les mises-bas à risque.

Pour finir, il serait aussi intéressant de se concentrer sur les évènements concernant le post-partum immédiat comme la production lactée ainsi que la qualité du colostrum en fonction du déroulement et de la durée de la mise-bas.

Cependant, au vu de la difficulté de traire une chatte afin d'analyser sa production laitière, il serait plus judicieux et simple dans un premier temps de vérifier si le déroulement de la mise-

bas exerce une influence sur le comportement de la mère en la filmant avec ses chatons pour voir le nombre d'épisodes de tétée, leur durée, le nombre de séances de léchage, de nursing, leur durée en fonction du déroulement/temps de la mise-bas. Cette analyse serait possible par l'utilisation de caméras dans une fenêtre de temps la plus large possible afin de ne rater aucune étape de la préparation, de la mise-bas en elle-même et du post-partum immédiat.

Conclusion

Notre étude a permis la description du déroulement de la mise-bas chez la chatte par différents paramètres que sont la durée totale de la mise-bas, le délai de naissance entre deux chatons et la durée cumulée de naissance.

Parmi tous les facteurs de variation pris en compte, seuls la taille de la portée et le rang de naissance ont un réel impact sur le déroulement de la mise-bas de manière générale puisqu'un effet significatif a été mis en évidence pour les trois paramètres de durées sélectionnés.

Notre étude montre que le délai de naissance entre chaque chaton, comme une quantification de l'effort fourni par la mère pour expulser chaque nouveau-né a un impact sur la croissance des chatons dans la période néonatale précoce sans pouvoir proposer un seuil critique permettant d'éclairer la prise de décision obstétricale.

Cette étude est large et mérite d'être à présent complétée par des travaux plus ciblés afin de mettre en évidence des relations entre le déroulement de la mise-bas et d'autres facteurs non inhérents à la mise-bas en elle-même comme par exemple la durée/déroulement de la gestation, la nutrition de la mère pendant la gestation et au moment de la mise-bas ou encore la race en réalisant des études sur des races uniques.

Le point important ressortant et soulevant question de ce travail est la production lactée de la mère. Celle-ci semble être impactée par divers facteurs inhérents à la mise-bas comme le stress, les réserves métaboliques, l'environnement... Il serait donc pertinent de se concentrer sur le rôle du déroulement de la mise-bas dans son ensemble en fonction de ces facteurs et les conséquences sur la production du colostrum puis du lait par la mère.

Bibliographie

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, pp. 773-783. DOI 10.1016/j.theriogenology.2007.12.007.

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, École Nationale de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/21643/>. pp. 117.

CASALS, M. L., JEZYK, P. F., GIGER, U., 1996. Transfer of colostral antibodies from queens to their kittens. *American Journal of Veterinary Research*. Vol 57, n°11, pp. 1653-1658.

CHASTANT, S., MILA, H., VIAUD, C., MARCHETEAU, E., REYNAUD, K. et GRELLET, A., 2019. Passive immune transfer in puppies. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. Tome 171, n°2. pp. 162-170. 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*. avril 2017. Vol. 52, pp. 158-162. DOI 10.1111/rda.12845.

CNATTINGIUS, S., NORMAN, M., GRANATH, F., PETERSSON, G., STEPHANSSON, O. et FRISELL, T., 2017. Apgar Score Components at 5 Minutes: Risks and Prediction of Neonatal Mortality. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. Vol. 31, n° 4, pp. 328-337. DOI 10.1111/ppe.12360.

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, pp. 201-206. DOI 10.1016/j.theriogenology.2019.02.009.

DEVILLERS, N., LE DIVIDICH, J. et PRUNIER, A., 2011. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*. Vol. 5, n° 10, pp. 1605-1612. DOI 10.1017/S175173111100067X.

EKSTRAND, C., LINDE-FORSBERG, C., 1994. Dystocia in the cat: A retrospective study of 155 cases. *Journal of Small Animal Practice*. Vol 35, pp. 459-464. DOI 10.1111/j. 1248-5827.

FOURNIER, A., MASSON, M., CORBIÈRE, F., MILA, H., MARIANI, C., GRELLET, A. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2017. Epidemiological analysis of reproductive performances and kitten mortality rates in 5,303 purebred queens of 45 different breeds and 28,065 kittens in France. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 52, p. 153-157. DOI 10.1111/rda.12844.

GATEL, L., ROSSET, E., CHALVET-MONFRAY, K., BUFF, S. et RAULT, D.N., 2011. Relationships between fetal biometry, maternal factors and birth weight of purebred domestic cat kittens. *Theriogenology*. Vol. 76, n° 9, pp. 1716-1722. DOI 10.1016/j.theriogenology.2011.07.003.

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

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

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, pp. 2528-2533. DOI 10.2527/2004.8292528x.

HUYNH, Q. T., UYEN, D., NGUYEN, L. B., IRAZABAL, N. G., BINH, Q. T. 2015. Optimization of an accelerometer and gyroscope-based fall detection algorithm. *Journal Of Sensors*. Vol 2015, pp. 1-8. DOI/10.1155/2015/452078.

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, pp. 247-256. DOI 10.1016/j.anireprosci.2018.08.037.

ISON, S. H., JARVIS, S. et RUTHERFORD, K. M.D., 2016. The identification of potential behavioural indicators of pain in periparturient sows. *Research in Veterinary Science*. Vol. 109, pp. 114-120. DOI 10.1016/j.rvsc.2016.10.002.

ISON, S. H., JARVIS, S., HALL, Sarah A., ASHWORTH, C. J. et RUTHERFORD, K. M. D., 2018. Periparturient Behavior and Physiology: Further Insight Into the Farrowing Process for Primiparous and Multiparous Sows. *Frontiers in Veterinary Science*. Vol. 5, pp. 122. DOI 10.3389/fvets.2018.00122.

JACKSON P. G. G., 2004. Dystocia in the dog and cat. *Handbook of Veterinary Obstetrics*. Vol 2, pp. 141-166. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2740-6.X5001-9>.

JEMMETT, J. E. et EVANS, J. M., 1977. A survey of sexual behaviour and reproduction of female cats. *Journal of Small Animal Practice*. Vol. 18, n° 1, pp. 31-37. DOI 10.1111/j.1748-5827.1977.tb05821.x.

JU, M., WANG, X., L. X., ZHANG, M., SHI, L., HU, P., ZHANG, B., HAN, X., WANG, K., LI, X., ZHOU, L. et QIAO, R., 2021. Effects of Litter Size and Parity on Farrowing Duration of Landrace × Yorkshire Sows. *Animals*. Vol. 12, n° 1, pp. 94. DOI 10.3390/ani12010094.

KEISER, R., REICHLER, I. M. et BALOGH, O., 2017. Are foetal ultrasonographic and maternal blood progesterone measurements near parturition reliable predictors of the time of birth in the domestic cat? *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 52, n° 3, pp. 487-494. DOI 10.1111/rda.12939.

LAWLER, D.F., 2008. Neonatal and pediatric care of the puppy and kitten. *Theriogenology*. Vol. 70, n° 3, pp. 384-392. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.04.019.

LOOF, 2022. Races/année. [en ligne]. 2022. [Consulté le 4 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.loof.asso.fr/stats/recap.php?complet>.

MARTÍNEZ-BURNES, J., MUNS, R., BARRIOS-GARCÍA, H., VILLANUEVA-GARCÍA, D., DOMÍNGUEZ-OLIVA, A. et MOTA-ROJAS, D., 2021. Parturition in Mammals: Animal Models, Pain and Distress. *Animals*. Vol. 11, n° 10, pp. 2960. DOI 10.3390/ani11102960.

MILA, H., GRELLET, A., DELEBARRE, M., MARIANI, C., FEUGIER, A. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2017. Monitoring of the newborn dog and prediction of neonatal mortality. *Preventive Veterinary Medicine*. Vol. 143, pp. 11-20. DOI 10.1016/j.prevetmed.2017.05.005.

MOIK, K. et KIENZLE, E., 2011. Birth weight and postnatal growth of pure-bred kittens. *The British Journal of Nutrition*. Vol. 106 Suppl 1, pp. 32-34. DOI 10.1017/S0007114511003333.

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, pp. 1282-1291. DOI 10.2527/jas.2008-1009.

MUGNIER, A., CHASTANT, S., SAEGERMAN, C., GAILLARD, V., GRELLET, A. et MILA, H., 2021. Management of Low Birth Weight in Canine and Feline Species: Breeder Profiling. *Animals*. Vol. 11, n° 10, pp. 2953. DOI 10.3390/ani11102953.

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, pp. 64-74. DOI 10.1111/rda.12329.

MUSTERS, J., DE GIER, J., KOOISTRA, H.S. et OKKENS, A.C., 2011. Questionnaire-based survey of parturition in the queen. *Theriogenology*. Vol. 75, n° 9, pp. 1596-1601. DOI 10.1016/j.theriogenology.2010.12.020.

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° 1-2, pp. 85-91. DOI 10.1016/j.anireprosci.2009.12.009.

PRESCOTT., C., 1973. Reproduction in domestic cat. *Australian veterinarian*. J. 49, pp. 126-129.

RAZAZ, N., CNATTINGIUS, S. et JOSEPH, K. S., 2019. Association between Apgar scores of 7 to 9 and neonatal mortality and morbidity: population based cohort study of term infants in Sweden. *British Medical Journal (Clinical research ed.)*. Vol. 365, pp. l1656. DOI 10.1136/bmj.l1656.

ROMAGNOLI, S., 2003. Clinical approach to infertility in the queen. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 5, n° 2, pp. 143-146. DOI 10.1016/S1098-612X(02)00131-6.

ROMAGNOLI, S., BENZAIA, C., FERRÉ-DOLCET, L., SONTAS, H. B. et STELLETTA, C., 2019. Fertility parameters and reproductive management of Norwegian Forest Cats, Maine Coon, Persian and Bengal cats raised in Italy: a questionnaire-based study. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 21, n° 12, pp. 1188-1197. DOI 10.1177/1098612X18824181.

ROOT, M., JOHNSTON, S., OLSON, P., 1995. Estrous length, pregnancy rate, gestation and parturition lengths, litter size, and juvenile mortality in the domestic cat. *Animal Hospital*. Vol. 31, pp. 429-433.

ROOT KUSTRITZ, M V., 2006. Clinical management of pregnancy in cats. *Theriogenology*. Vol. 66, n° 1, p. 145-150. DOI 10.1016/j.theriogenology.2006.03.018.

RUNCAN, 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, pp. 12-16. DOI 10.1053/j.tcam.2018.03.003.

SANTOS, N.R., BECK, A., BLONDEL, T., MAENHOUDT, C. et FONTBONNE, A., 2020. Influence of dog-appeasing pheromone on canine maternal behaviour during the peripartum and neonatal periods. *Veterinary Record*. Vol. 186, n° 14, pp. 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, pp. 55-64. DOI 10.1016/j.applanim.2019.02.005.

SCHMITT, O., BAXTER, E.M., BOYLE, L.A. et O'DRISCOLL, K., 2019. Nurse sow strategies in the domestic pig: I. Consequences for selected measures of sow welfare. *Animal*. 2019. Vol. 13, n° 3, pp. 580-589. DOI 10.1017/S175173111800160X.

SOCHA, P., LENGILING, R., BONECKA, J. et JANOWSKI, T., 2019. *Polish Journal of Veterinary Sciences* DOI 10.24425/PJVS.2019.129303. Disponible à l'adresse : <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/129303/edition/112849/content>

SPARKES, A. H., ROGERS, K., HENLEY, W.E., GUNN-MOORE, D. A., MAY, J.M., GRUFFYDD-JONES, T. J. et BESSANT, C., 2006. A questionnaire-based study of gestation, parturition and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 8, n° 3, pp. 145-157. DOI 10.1016/j.jfms.2005.10.003.

STATISTA, 2021. Nombre de chats domestiques par pays en Europe [en ligne]. 2021. [Consulté le 5 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : fr.statista.com

STENKISTE, L., 2009. Contribution à l'étude des conditions de mise-bas et de la mortalité des chatons chez le chat de race en France. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale vétérinaire d'Alfort. Disponible à l'adresse : www.theses.fr

STRÖM HOLST, B. et FRÖSSLING, J., 2009. The Swedish breeding cat: Population description, infectious diseases and reproductive performance evaluated by a questionnaire. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. octobre 2009. Vol. 11, n° 10, pp. 793-802. DOI 10.1016/j.jfms.2009.01.008.

THEVENET, 2007. La pathologie néonatale du chaton : memento à l'usage du vétérinaire. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale vétérinaire d'Alfort. Disponible à l'adresse : www.theses.fr.

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° 1-4, pp. 158-164. DOI 10.1016/j.anireprosci.2011.03.006.

VAN DIJK, A.J., VAN RENS, B.T.T.M., VAN DER LENDE, T. et TAVERNE, M.A.M., 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, pp. 1573-1590. DOI 10.1016/j.theriogenology.2005.03.017.

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

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° 1-2, pp. 331-352. DOI 10.1016/j.theriogenology.2003.10.008.

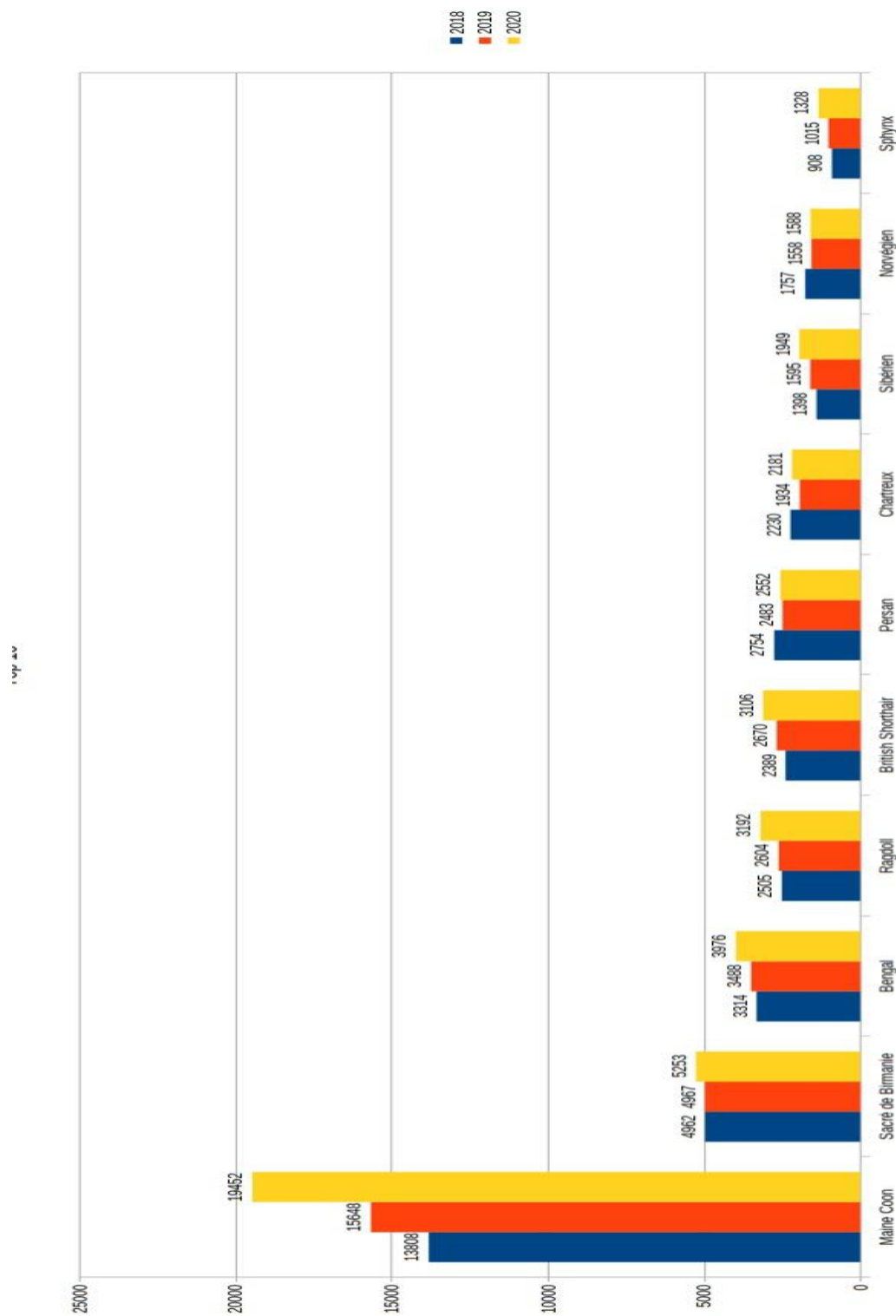
VICENTE-PÉREZ, R., AVENDAÑO-REYES, L., CORREA-CALDERÓN, A., MELLADO, M., MEZA-HERRERA, C.A., MONTAÑEZ-VALDEZ, O.D. et MACÍAS-CRUZ, U., 2019. Relationships of body surface thermography with core temperature, birth weight and climatic variables in neonatal lambs born during early spring in an arid region. *Journal of Thermal Biology*. Vol. 82, pp. 142-149. DOI 10.1016/j.jtherbio.2019.04.001.

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, pp. 383-390. DOI 10.1530/jrf.0.0870383.

ZABORSKI, D., GRZESIAK, W., SZATKOWSKA, I., DYBUS, A., MUSZYNSKA, M. et JEDRZEJCZAK, M., 2009. Factors affecting dystocia in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 44, n° 3, pp. 540-551. DOI 10.1111/j.1439-0531.2008.01123.x.

ZONTURLU, A. K. et KAÇAR, C., 2012. Effect on Gestation Length of Litter Size, and Inter Pup, Change of Rectal Temperature in German Shepherd and Labrador Retriever Bitches. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. Vol. 1, P.103-106.

Annexes



Annexe 1 : Nombre de pedigrees délivrés par le LOOF par race entre 2018 et 2020, (données disponibles sur www.loof.fr).

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Pour autorisation d'impression de la thèse d'exercice en vue de l'obtention du
diplôme d'Etat de docteur vétérinaire

Je soussignée, Sylvie CHASTANT, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice thèse, certifie avoir examiné la thèse de CHATRAS Maeva, intitulée « Déroulement de la mise-bas chez la chatte : facteurs de variation et conséquences sur la santé des chatons » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 12/09/2022
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeure Sylvie CHASTANT

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


Ecole Nationale Vétérinaire
de Toulouse
Reproduction
23 rue des Capelles
31075 TOULOUSE cedex 03




Vu :
La Présidente du jury
Professeure Nicole HAGEN

Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul
Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le Doyen de la faculté de
Médecine, Maïeutique,
Paramédical
Monsieur Philippe POMAR




UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER
FACULTÉ DE SANTÉ
Médecine,
Maïeutique,
Paramédical

CHATRAS Maeva
a été admise(e) sur concours en : 2017
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 01 07 2021
a validé l'ensemble des crédits ECTS relatifs à la préparation de la thèse d'exercice le : 16 05 2022

NOM : CHATRAS

PRÉNOM : Maeva

TITRE : Déroulement de la mise-bas chez la chatte : facteurs de variation et conséquences sur la santé des chatons.

RÉSUMÉ : L'objectif de cette étude est tout d'abord de décrire le déroulement de la mise-bas chez la chatte d'en identifier les facteurs de variation et d'évaluer l'influence du déroulement de la mise-bas sur la survie et la croissance néonatale précoce des chatons.

La population comprend 665 chatons, 157 portées comportant 15 races.

La durée moyenne de la mise-bas est de $168 \pm 162,5$ minutes (médiane=123, min=5, max=1098), le délai de naissance moyen entre deux chatons est de $50,9 \pm 80,1$ minutes (médiane=30, min=1, max=977) et la moyenne de la durée cumulée de naissance (temps écoulé depuis l'expulsion du premier) est de $105 \pm 121,2$ minutes (médiane=71,4, min=0, max= 1098).

Le déroulement de la mise-bas n'est pas modifié par la saison météorologique, le moment de la journée (jour/nuit), l'âge de la mère ou encore le poids des chatons à la naissance. Seule la taille de la portée fait varier la durée totale de la mise bas ; le délai de naissance ainsi que la durée cumulée de mise-bas varient selon la taille de la portée et le rang de naissance. Une relation entre le délai de naissance et le taux de croissance des chatons au cours de leurs deux premiers jours de vie a été mis en évidence sans pouvoir en déterminer un seuil. Ce lien pourrait s'expliquer par le stress, la douleur ou l'effort métabolique fourni par la mère.

MOTS CLÉS : parturition, mise-bas, durée, croissance, naissance, intervalles, mortinatalité, mortalité.

TITLE : The course of childbirth in the cat: variation factor and consequences on kitten neonatal health.

ABSTRACT : The objective of this study is first of all to describe the course of parturition in the cat to identify the factors of variation and to evaluate the influence of the course of parturition on the survival and the early neonatal growth of kittens.

The population includes 665 kittens, 157 litters comprising 15 breeds.

The average length of birth is 168 ± 162.5 minutes (median=123, min=5, max=1098), the average birth time between two kittens is 50.9 ± 80.1 minutes (median =30, min=1, max=977) and the average of the cumulative duration of birth (time elapsed since the expulsion of the first) is 105 ± 121.2 minutes (median=71.4, min=0, max = 1098).

The course of the birth is not modified by the weather season, the time of day (day/night), the age of the mother or the weight of the kittens at birth. Only the size of the litter varies the total duration of the birth; Birth delay and cumulative farrowing time vary according to litter size and birth order. A relationship between the time to birth and the growth rate of kittens during their first two days of life has been demonstrated without being able to determine a threshold. This link could be explained by stress, pain or metabolic effort provided by the mother.

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