



HAL
open science

Déroulement de la mise-bas chez la chatte : facteurs de variation et impact sur la santé et la survie des chatons

Clémentine Prat

► **To cite this version:**

Clémentine Prat. Déroulement de la mise-bas chez la chatte : facteurs de variation et impact sur la santé et la survie des chatons. Médecine vétérinaire et santé animale. 2023. dumas-04243937

HAL Id: dumas-04243937

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04243937>

Submitted on 16 Oct 2023

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

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

DEROULEMENT DE LA MISE-BAS CHEZ LA CHATTE : FACTEURS DE VARIATION ET IMPACT SUR LA SANTE ET LA SURVIE 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

PRAT Clémentine, Marie, Fiona

Directrice de thèse : Mme Sylvie CHASTANT

JURY

PRESIDENTE :
Mme Nicole HAGEN

Professeure de l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSEESSEURS :
Mme Sylvie CHASTANT
M. Renaud MAILLARD

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'ALFORT
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- 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

- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- 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*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

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. **COMBARROS Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
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*
M. **FUSADE-BOYER**, *Microbiologie et infectiologie*
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. **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 **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*
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 **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*
Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique Vétérinaire*
Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **RAMON PORTUGAL Felipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*
Mme **SAADA Chloé**, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

REMERCIEMENTS

Au président du jury de thèse,

A Madame la Docteure Nicole HAGEN

Professeure à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Pathologie de la reproduction,

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

Hommage respectueux et sincères remerciements.

Au jury de thèse,

A Madame la Docteure Sylvie CHASTANT,

Professeure de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Reproduction,

Qui m'a fait confiance pour mener à bien cette étude,

Sincères remerciements pour votre disponibilité, vos conseils et votre implication.

A Monsieur le Docteur Renaud MAILLARD,

Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Pathologie des ruminants

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

Sincères remerciements pour votre aide.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	11
MATERIELS ET METHODES	15
I. Création de la base de travail	15
1. Les données.....	15
2. Présentation des variables étudiées	16
3. Tri et nettoyage des données.....	20
II. Analyses statistiques des données	22
1. Durée totale de la mise bas.....	23
2. Délai de naissance	25
3. Durée cumulée.....	27
RESULTATS	29
I. Description de la population	29
1. Caractéristiques des mères	29
2. Caractéristiques des mises-bas	30
3. Caractéristiques des portées	32
4. Caractéristiques des chatons.....	33
II. Durée totale de la mise bas	35
1. Valeurs de la durée totale de la mise-bas	35
2. Facteurs de variation de la durée de la mise-bas.....	36
3. Conséquences de la durée de mise-bas	43
III. Le délai de naissance	51
1. Valeur du délai de naissance.....	51
2. Facteurs de variation du délai de naissance	52
IV. La durée cumulée de naissance	65
1. Valeur de la durée cumulée de naissance	65
2. Conséquence sur la santé néonatale.....	65
V. Bilan des résultats de l'étude	67
DISCUSSION	69
I. Limites de l'étude	69
1. Collecte des données.....	69

2.	Représentativité de notre population	70
3.	Conception des paramètres.....	74
II.	Résultats.....	76
1.	Déroulement de la mise-bas.....	76
2.	Facteurs de variation.....	77
	<i>CONCLUSION</i>	93
	<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	95
	<i>ANNEXES</i>.....	103

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Description des variables caractérisant la mise-bas	17
Figure 2 : Diagramme de flux.....	21
Figure 3 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation de la durée totale de mise-bas	24
Figure 4 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation du délai de naissance.....	26
Figure 5 : Races des mères (n=282)	29
Figure 6 : Distribution de l'âge des mères au moment de la mise bas (n=403)	30
Figure 7 : Distribution de la parité des mères (n=347).....	30
Figure 8 : Distribution des mises-bas par mois de naissance et par saison (n= 452).....	31
Figure 9 : Distribution de la taille des portées (n=454)	32
Figure 10 : Taux de mortalité néonatale intra-portée (n=454)	33
Figure 11 : Distribution des poids de naissance des chatons (n=1969).....	35
Figure 12 : Distribution des durées de mise-bas par portée (n=454).....	36
Figure 13 : Durée de mise-bas en fonction de la taille de la portée (n=454).....	37
Figure 14 : Durée de mise-bas en fonction de saison (n=452).....	38
Figure 15 : Durée de mise-bas en fonction de l'âge de la mère (n=409)	39
Figure 16 : Durée de mise-bas en fonction de l'hétérogénéité intra-portée des poids de naissance (n=444)	40
Figure 17 : Durée de mise-bas en fonction de la présence de mort-né dans la portée (n=454)	42
Figure 18 : Proportion de chatons mort-nés par mise-bas par rapport à la durée de mise-bas	44
Figure 19 : Gain total de poids dans la portée entre J0 et J2 en fonction de la durée de mise-bas (n= 378).....	46

Figure 20 : Taux de croissance du chaton entre J0 et J2 en fonction de la durée de mise-bas (n=1821)	47
Figure 21 : Taux de croissance du chaton entre J2 et J7 en fonction de la durée de mise-bas (n=1725)	48
Figure 22 : Taux de croissance du chaton entre J7 et J21 en fonction de la durée de mise-bas (n=1632)	49
Figure 23 : Taux de croissance du chaton entre J0 et J21 en fonction de la durée de mise-bas (n=1640)	50
Figure 24 : Distribution du délai de naissance (n=1616).....	51
Figure 25 : Délai de naissance en fonction de l'âge de la mère (n=1458).....	52
Figure 26 : Délai de naissance en fonction de la taille de la portée (n=1612)	54
Figure 27 : Délai de naissance en fonction du moment de la journée (n=1612)	55
Figure 28 : Délai de naissance en fonction du sexe du chaton (n=1543).....	56
Figure 29 : Répartition du délai de naissance en fonction du statut de naissance du chaton (n=1595).....	57
Figure 30 : Proportion de chaton mort-né selon différents intervalles de délai de naissance (n=1584).....	58
Figure 31 : Délai de naissance en fonction du rang de naissance (n=1608).....	59
Figure 32 : Répartition du délai de naissance en fonction du poids de naissance (n=1526)	60
Figure 33 : Taux de croissance entre J0-J2 en fonction du délai de naissance (n=1416) .	64
Figure 34 : Distribution de la durée cumulée de naissance (n=1613)	65
Figure 35 : Bilan des résultats de l'étude	68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des données disponibles pour chaque portée	16
Tableau 2 : Récapitulatif des données manquantes sur les variables étudiées	22
Tableau 3 : Répartition des mises-bas selon la saison météorologique (n=452)	31
Tableau 4 : Répartition de la mortalité sur la période néonatale (entre J0 et J21)	34
Tableau 5 : Répartition de la mortalité néonatale (n=443 portées ; 2068 chatons)	35
Tableau 6 : Distribution du nombre de mort-nés par portée (n=73)	41
Tableau 7 : Interactions significatives dans le modèle du délai de naissance	61
Tableau 8 : Répartition de la mortalité sur la période néonatale (entre J0 et J21) pour les chatons comprenant un délai de naissance.....	63
Tableau 9 : Taille des populations incluses dans les études de reproduction féline.....	70
Tableau 10 : Nombre de races de chats dans les études traitant de la reproduction féline.	72
Tableau 11 : Comparaison des pourcentages des 10 races les plus présentes en France selon les statistiques du LOOF entre 2003 et 2022 comparées à leur pourcentage dans notre étude (d'après les données du LOOF, www.loof.fr)	73
Tableau 12 : Distribution du nombre de réponses fourni par les élevages (n=145)	74
Tableau 13 : Comparaison des intervalles de délai de naissance dans la littérature	76
Tableau 14 : Comparaison des données de mortinatalité chez le chat dans la littérature	82
Tableau 15 : Comparaison des taux de mortalité néonatale chez le chat dans la littérature	89

LISTE DES ABREVIATIONS

AINS	Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens
APGAR	Appearance Pulse, Grimace, Activity and Respiration (nom d'une échelle)
ID	Identification
IQR	Intervalle interquartiles
J0	Jour de naissance du chaton
J2	Jour correspondant à 2 jours après la naissance
J7	Jour correspondant à 7 jours après la naissance
LOOF	Livre Officiel des Origines Félines
MB	Mise-bas
n	Effectif (nombre de chatons ou de portées)
PdN	Poids de naissance
J21	Jour correspondant à 3 semaines après la naissance
SD	Écart-type
SpO₂	Saturation de l'hémoglobine en oxygène
x	Moyenne

INTRODUCTION

Les chats de race en France ne représentent qu'une part marginale des félins domestiques de France. En effet, seulement 5 % des chats identifiés en 2020 étaient des chats de race provenant d'élevages (I-CAD, 2020). Cependant, cette proportion est probablement amenée à augmenter étant donné la volonté de la loi française d'obtenir un meilleur contrôle des naissances de chats en France en rendant obligatoire la stérilisation des chats sauvages (Sénat, 2023 ; Code rural et de la pêche maritime, 2021).

En 2020, 38 % des Français déclaraient posséder au moins un chat dans leur foyer (Ipsos, 2020). Et pour deux tiers des propriétaires, leur chat est un membre à part entière de la famille (Ipsos, 2020). Ces chiffres démontrent la place importante des animaux domestiques dans notre quotidien. Les animaux domestiques sont de plus en plus considérés, notamment par la prise en compte des souffrances qu'ils peuvent exprimer.

De ce fait, la médicalisation des animaux de compagnie et notamment des chats n'a fait que s'améliorer au cours du XXI^{ème} siècle. En 2018, 75 % des vétérinaires revendiquent une activité féline en hausse (I-CAD, 2018).

La majeure partie du temps, la reproduction féline chez le vétérinaire a plus pour vocation une limitation de la prolifération plutôt que l'amélioration du processus de reproduction, allant de la saillie à la mise-bas. Pourtant, dans le cadre de l'élevage félin, la demande est toute autre, avec la recherche de l'optimisation des performances de reproduction, dont l'obtention à chaque mise-bas d'une proportion maximale de chatons nés vivants. Ainsi, comprendre le déroulement de la mise-bas chez la chatte et les répercussions qu'il peut avoir sur sa progéniture est un enjeu important pour les éleveurs félins français. De même, même s'il est plus fréquemment confronté à des demandes de stérilisation, le praticien vétérinaire est également confronté à des mises-bas, qu'il s'agisse de chattes d'éleveurs ou de particuliers. Dans ces situations stressantes, il doit prendre des décisions pour limiter la mortinatalité. Celle-ci est estimée à 50 % de la mortalité néonatale (Löhr, 2011).

Or, le déroulement de la mise-bas montre une grande variabilité : il est donc difficile de différencier la mise-bas eutocique d'une dystocique (Sparkes et al., 2006 ; Ström Holst, 2022).

Pour la truie, autre espèce polytoque, plusieurs facteurs de variation du déroulement de la mise-bas ont été identifiés : des facteurs maternels (la durée de gestation (Van Dijk et al., 2005), l'état corporel de la mère au moment de la mise-bas (Oliviero et al., 2010) , des facteurs liés à la portée (le nombre de porcelets (Schild et al., 2019), leur rang de naissance (Vallet et al., 2010 ; Van Res et Van Der Lende., 2004), la présence de mort-né dans la portée (Van Dijk et al., 2005, Schild et al., 2019), le stress environnemental (Oliviero et al., 2010) ou encore l'épaisseur du placenta (Van Rens et Van Der Lende, 2004). Chez la chienne, le déroulement de la mise-bas est aussi influencé par la présence de mort-né, le rang de naissance (Cornelius et al., 2019), l'âge de la mère et la taille de la portée (Gill, 2001).

Chez ces deux espèces, les répercussions du déroulement de la mise-bas sur les nouveau-nés ont été étudiées, à travers son impact sur la mortinatalité et la mortalité des nouveau-nés. Pour cela, la mortinatalité correspondait à la probabilité que le chaton étudié soit mort-né ou bien à ce que la portée contienne au moins un mort-né. La mortalité néonatale a été étudiés sur trois périodes séparées sur les trois premières semaines de vie des chatons.

L'objectif de cette étude était donc de caractériser le déroulement de la mise-bas dans l'espèce féline, ses facteurs de variations et ensuite ses conséquences sur la survie et la santé néonatale. Un travail préliminaire sur le déroulement de la mise-bas chez la chatte a été réalisé par Chatras (2022). Ses travaux ont été repris et poursuivis dans notre étude.

Le premier objectif de cette étude était donc de caractériser le déroulement de la mise-bas chez la chatte. Une étude multiraciale a été menée à travers trois paramètres : la durée de mise-bas, le délai de naissance et la durée cumulée de naissance.

Le deuxième objectif consistait à identifier les variables exerçant une influence sur ces trois durées. Les facteurs étudiés se répartissaient en trois classes : ceux associés à la mère (âge, parité), à la portée (taille, saison, moment de la journée) ou à chaque chaton (poids de naissance, sexe, statut à la naissance, rang de naissance).

Enfin, notre dernier objectif était une étude des conséquences du déroulement de la mise-bas sur la période néonatale (c'est-à-dire les trois premières semaines de vie des chatons) à travers le taux de mortinatalité (mortalité immédiate à la naissance), le taux de mortalité néonatale et leur croissance.

MATERIELS ET METHODES

L'étude réalisée s'intéressait au déroulement de la mise-bas dans l'espèce féline, toutes races confondues. Elle a été réalisée sur une base de données provenant d'éleveurs français.

I. Création de la base de travail

1. Les données

Les données utilisées dans cette étude ont été renseignées dans un questionnaire entre mars 2022 et avril 2023 par des éleveurs félines français sur la base du volontariat.

Il s'agissait d'une étude essentiellement rétrospective, car elle concernait les portées allant de l'année 2000 à avril 2023. Mais, elle avait aussi un but prospectif en poussant les éleveurs sur l'année d'ouverture du questionnaire à récupérer des données sur leurs portées.

Ce questionnaire (Annexe 1) a été diffusé par courrier aux éleveurs félines appartenant au réseau NeoCare ainsi que par des organismes tel que le LOOF, les clubs félines ou les associations félines.

La diffusion a également été effectuée par les réseaux sociaux (Facebook, Instagram).

Les éleveurs avaient plusieurs possibilités : compléter le formulaire en ligne, l'imprimer en format papier et le compléter manuellement (puis le scanner ou le remettre en mains propres par la suite), envoyer leurs fichiers Excel® ou bien des photocopies de leurs carnets de suivi de portée.

Toutes les données ont ensuite été rassemblées dans un unique fichier Excel®.

Pour chaque chaton et chaque portée, les éleveurs ont fourni des informations concernant leur élevage, leurs reproducteurs, leurs mise-bas et leurs portées (tableau 1).

Tableau 1 : Liste des données disponibles pour chaque portée

Concernant l'élevage	Concernant les reproducteurs	Concernant la mise-bas	Concernant la portée
ID de l'élevage	ID de la femelle	Date de mise bas	Nombre total de chatons nés
	Date de naissance de la femelle	Survenue d'une césarienne	Nombre de morts-nés
	Race	Condition de mise-bas (isolée, caisse de mise-bas, avec d'autres animaux)	Sexe des chatons
	Parité femelle		Poids à J0, J2, J7 et J21
	ID du mâle		Nombre de chatons morts avant J21
	Date de naissance du mâle		Heure de naissance de chaque chaton
			Rang de naissance
			Malformations à la naissance

ID : Identification

2. Présentation des variables étudiées

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

Le déroulement de la mise-bas a été caractérisé par 3 paramètres (figure 1).

- Durée totale de mise-bas :

Cette durée correspond au temps écoulé entre l'heure d'expulsion du premier chaton de la portée et celle du dernier chaton de la portée. Il s'agit donc de la soustraction de l'heure de naissance du dernier chaton avec l'heure de naissance du premier chaton. Elle est exprimée en heures et/ou en minutes et correspond au stade II de la parturition.

- Délai de naissance :

Cette donnée correspond à l'intervalle de temps écoulé entre l'expulsion du chaton étudié et celle du chaton précédent.

C'est une soustraction de l'heure de naissance du chaton n avec l'heure de naissance du chaton n-1. Cet intervalle de naissance est exprimé en minutes.

Il n'est pas possible de le calculer pour le premier chaton de chaque portée.

- Durée cumulée de naissance :

Cette donnée correspond au temps écoulé entre l'expulsion du premier chaton (ayant le rang de naissance 1) et celle du nième chaton (le chaton considéré). Il s'agit de la soustraction entre l'heure de naissance du chaton de rang n et l'heure de naissance du chaton de rang 1.

Cette durée est exprimée en minutes. La durée cumulée de naissance du chaton de rang 1 est donc égale à 0 minute pour chaque portée et n'est pas prise en compte dans les analyses.

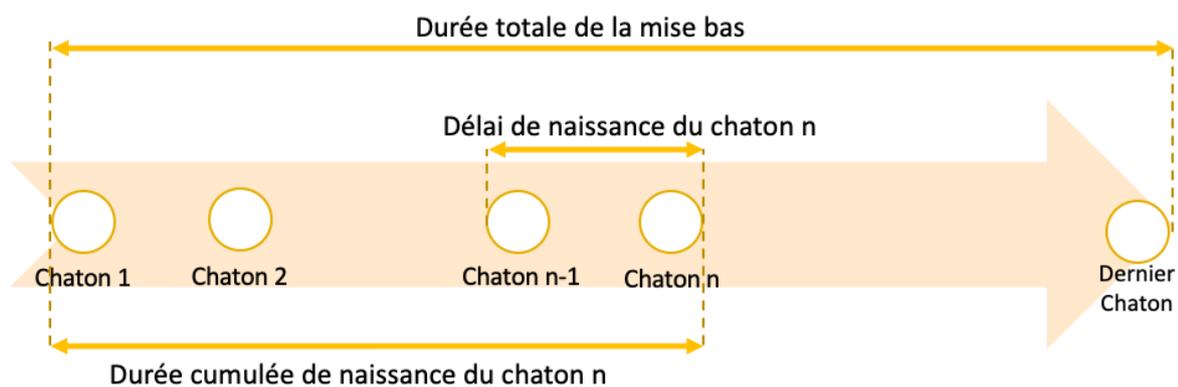


Figure 1 : Description des variables caractérisant la mise-bas

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

1) Facteurs de variation liés à la mère

Deux facteurs maternels ont été étudiés : l'âge de la mère et sa parité.

L'âge de la mère correspond à son âge au moment de la mise-bas. Il a été calculé par soustraction de la date de la mise-bas avec la date de naissance de la mère. Le résultat a été calculé en année et arrondi à l'entier le plus proche.

La **parité de la mère** a été définie comme le nombre de mises-bas déjà effectuées avant celle étudiée. Une chatte n'ayant jamais mis bas sera de parité 0 et qualifiée de nullipare. Une chatte ayant déjà eu deux portées sera de parité 2.

2) Facteurs de variation liés à la portée

La **date de mise-bas** est fixée par le jour associé à l'expulsion du premier chaton. Donc, une mise-bas se déroulant sur deux jours aura pour date de mise-bas celle du premier jour.

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

La **taille de la portée** correspond au nombre total de chatons nés à J0, vivants ou morts confondus.

La **saisonnalité** de la portée a été déterminée à partir de la date de mise-bas des portées.

Les saisons météorologiques ont été définies de la façon suivante :

- Hiver : décembre, janvier, février
- Printemps : mars, avril, mai
- Été : juin, juillet, août
- Automne : septembre, octobre, novembre.

Le **moment de la mise-bas** a été défini par l'heure d'expulsion du premier chaton au cours de la journée. Entre 6 h 00 et 18 h 00, la mise-bas a été considérée comme ayant commencé en journée. Inversement, de 18 h 00 à 6 h 00, la mise-bas a été classée comme nocturne.

L'**hétérogénéité intra-portée** est le coefficient de variation des poids de naissance des chatons de la portée. Celui-ci est calculé avec le rapport exprimé en pourcentage, entre l'écart-type (SD) des poids de naissance des chatons sur la moyenne (\bar{x}) de ces mêmes poids (Mugnier et al. 2022).

Hétérogénéité intra-portée des poids de naissance des chatons

$$= \frac{SD \times 100}{\bar{x} \text{ des PdN de la portée}}$$

Ce paramètre n'a été calculé que dans le cas où tous les poids de naissance (PdN) des chatons de la portée étaient disponibles.

La **présence de morts-nés** dans la portée au moment de la mise-bas correspond à au moins un chaton mort au moment de son expulsion.

Les **conditions de mises-bas** correspondent à trois informations : l'isolement de la mère dans une pièce dédiée, la présence ou non d'une caisse de mise-bas et enfin la présence d'autres animaux lors de la mise-bas.

3) Facteurs de variation liés à chaque chaton

Le **poids de naissance** (PdN) correspond au poids mesuré le jour de la naissance, exprimé en grammes.

Le **rang de naissance du chaton** est noté de 1 (premier chaton expulsé) à n (n^{ème} chaton expulsé). Le rang de naissance a été gardé sous forme de pourcentage de rang de naissance. Le calcul pour le chaton n était le suivant : [rang de naissance du chaton n / nombre de chaton total dans la portée] * 100.

Le dernier chaton avait ainsi un pourcentage de rang de naissance toujours égal à 100%.

Le **sexe du chaton** est défini par les organes génitaux des chatons femelles ou mâles.

Le **statut du chaton à la naissance** correspond au fait que le chaton soit né vivant ou mort. Un chaton mort-né est un chaton vu mort avant ou au moment de son expulsion au cours de la parturition.

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

Le poids a été analysé sur la période néonatale précoce (entre la naissance, notée J0, et le deuxième jour de vie, noté J2) et la période néonatale tardive (entre 3 jours de vie et 3 semaines d'âge, soit entre J3 à J21). Ainsi que sur la période entre 3 et 7 jours d'âge (J3-J7) et toute la période néonatale (J0-J21). Les chatons mort-nés ont été exclus de cette partie des analyses.

Le poids mesuré à J21 correspond en réalité au poids du chaton à 21 ± 1 jour afin d'augmenter le nombre de données pour cette variable.

La mortalité des chatons a été notée pour les périodes suivantes : la naissance (chaton mort-né ou non), puis [J0-J2], [J3-J7], [J7-J21] et [J0-J21]. Si un chaton est décédé, la période de la mort a été notée. Pour chaque mise-bas, le nombre total de mort-nés, puis de morts sur chaque intervalle considéré, ont été pris en compte.

Afin d'évaluer l'impact du déroulement de la mise-bas sur la santé des chatons en post-partum, deux variables ont été étudiées :

- Le statut du chaton entre J0 et J21 prenant en compte la mort éventuelle du chaton avant J21.
- Le taux de croissance du chaton sur les différents intervalles de temps : J0-J2 / J2-J7 / J7-J21 / J0-J21. Le calcul a été exprimé en pourcentage calculé pour chaque chaton :
 - Taux de croissance [J0-J2] = $[(\text{Poids à J2} - \text{PdN}) / \text{PdN}] * 100$
 - Taux de croissance [J2-J7] = $[(\text{Poids à J7} - \text{Poids à J2}) / \text{Poids à J2}] * 100$
 - Taux de croissance [J7-J21] = $[(\text{Poids à J21} - \text{Poids à J7}) / \text{Poids à J7}] * 100$
 - Taux de croissance [J0-J21] = $[(\text{Poids à J21} - \text{PdN}) / \text{PdN}] * 100$

Ces taux n'ont été calculés que sur des chatons dont le poids sur chaque intervalle de temps était renseigné.

3. Tri et nettoyage des données

a. *Critères d'exclusion*

Le tri des données a été basé sur 3 critères d'exclusion (figure 2) :

- La naissance de la portée par césarienne (qu'elle soit partielle ou complète)
- Une portée avec chaton unique
- L'absence d'heure de naissance d'un ou plusieurs chatons dans la portée.

Ces critères d'exclusion ont été appliqués pour rendre possible les calculs de durée totale de mise-bas et d'intervalle de naissance des chatons.

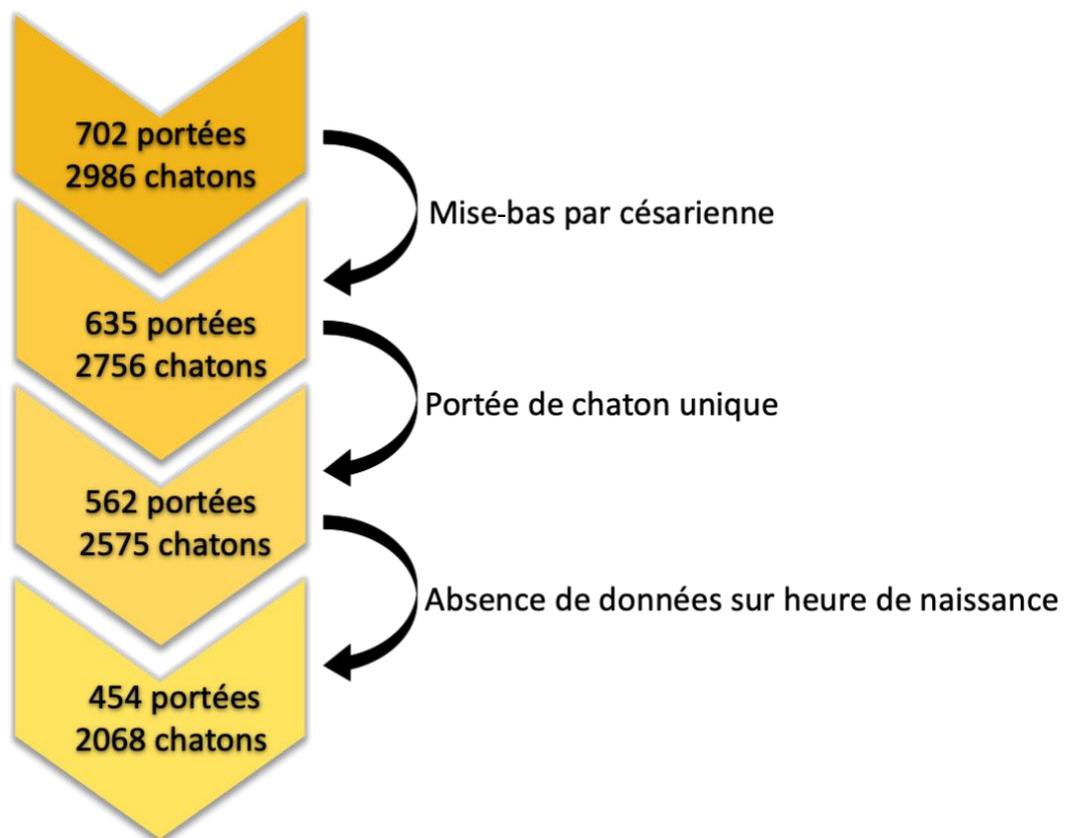


Figure 2 : Diagramme de flux

b. Traitement des erreurs de saisie

Une fois les critères d'exclusion appliqués, la base de données a été vérifiée et corrigée afin de supprimer les erreurs de saisie et les données aberrantes.

Ainsi, pour chaque portée, il a été vérifié :

- L'absence de doublon de portée ou chaton par vérification individuelle systématique
- La compatibilité des dates de naissance des mères avec les dates de mise-bas
- La cohérence pour les chatons d'une même portée a été vérifiée (date de naissance, heure de naissance)
- La cohérence des différents poids au cours de la croissance a été vérifiée et les données aberrantes supprimées.

c. Pourcentage de données manquantes dans la base de données

Certains paramètres n'ont pas été complétés par les éleveurs dans le questionnaire. Ainsi, Certains paramètres présentaient des données manquantes dans des données très variables (0,2% à 43,6% ; tableau 2). Tous les paramètres non mentionnés dans le tableau avaient un jeu de données complet.

Le paramètre explorant les conditions environnementales de la mise-bas a été exclu de l'étude du fait d'une proportion trop importante de données manquantes.

Tableau 2 : Récapitulatif des données manquantes sur les variables étudiées

Paramètres étudiés	Nombre de données manquantes	Pourcentage de données manquantes
Âge de la mère	44	4,4%
Parité de la mère	106 (sur 454)	23,4%
Date de mise bas	1 (sur 454)	0,2%
Conditions de mise-bas	198 (sur 454)	43,6%
Poids de naissance du chaton	34 (sur 2003)	1,7%
Poids à J2	67 (sur 1901)	3,5%
Poids à J7	89 (sur 1846)	4,8 %
Poids à J21	143 (sur 1794)	8,0%
Vivant à J21	125 (sur 2068)	6,0%
Sexe du chaton	91	4,4%

II. Analyses statistiques des données

L'objectif de cette étude était dans un premier temps de décrire le déroulement de la mise-bas de la chatte, puis de s'intéresser aux différents facteurs de variation. Enfin nous nous sommes penchés sur l'impact du déroulement de la mise-bas sur la santé (croissance) et la survie des chatons dans la période néonatale.

Pour effectuer ces analyses statistiques, deux logiciels ont été utilisés : Microsoft Excel® et Rstudio® (version 2023.03.0+386).

Dans toutes les analyses multivariées et bivariées, l'impact d'un facteur a été considéré comme significatif si la p_{value} (p) était inférieure à 0,05.

1. Durée totale de la mise bas

a. *Identification des facteurs de variation*

1) Choix des variables étudiées

Le choix des variables pertinentes pour établir un modèle de la durée de mise-bas s'est porté sur des données étant soit propres à la mère (parité, âge) ou propres à la mise-bas en elle-même (moment de la mise-bas, saison de la mise-bas, taille de la portée, hétérogénéité intra-portée des poids de naissance, présence ou non de mort-né, mortinatalité dans la portée).

2) Préanalyses individuelles des variables d'intérêt

Ces analyses ont consisté en l'analyse individuelle de chaque facteur afin de sélectionner les facteurs qui ont été intégrés dans le modèle.

Il s'agit donc d'analyses bivariées effectuées avec le test de Kruskal-Wallis si le facteur quantitatif n'était pas binomial et le test de Wilcoxon si le facteur quantitatif était binomial.

La durée de mise-bas ne suivait pas une distribution de loi normale (test de Shapiro-Wilk, $p > 0,05$). Nous nous sommes donc tournés vers ces deux tests (Kruskal-Wallis et Wilcoxon) qui permettaient de comparer les moyennes de durée de mise-bas de chaque classe pour une variable ne suivant pas une distribution dite normale.

3) Modèle pour l'analyse multivariée

L'étude des corrélations entre les différents facteurs de notre modèle a été effectuée pour diminuer le nombre de facteurs pris en compte dans le modèle.

Ces analyses bivariées entre deux facteurs qualitatifs ont été réalisées avec des tests de Pearson. Si la p_{value} était inférieure à 0,05, une corrélation entre les deux facteurs était considérée comme significative.

En s'appuyant sur une logique biologique, on pouvait s'attendre à ce que l'âge de la mère et sa parité soient corrélés au niveau statistique. Si c'était le cas, un des deux facteurs aurait pu être enlevé du modèle de la durée de mise-bas.

Un test de Pearson a été réalisé entre ces deux facteurs et a mis en évidence une corrélation statistique entre les deux avec $r = 0,74$, donc proche de 1.

Ainsi, nous n'avons gardé qu'un seul des deux facteurs dans notre modèle. La parité de la mère étant celui des deux avec le plus de données manquantes (23,4 % contre 4,4 %), l'âge de la mère a été le facteur conservé.

De manière similaire, on pouvait s'attendre à observer une augmentation de l'hétérogénéité intra-portée des poids de naissance avec une augmentation de la taille de la portée.

Un test de Pearson n'avait cependant pas mis en évidence de lien statistique entre les deux facteurs avec $r = 0,17$ (faible corrélation). Aucun des facteurs n'a donc pu être écarté de notre modèle.

Par la suite, un modèle linéaire mixte a été généré (figure 3). Celui-ci prend aussi en compte les interactions des différents facteurs entre eux.

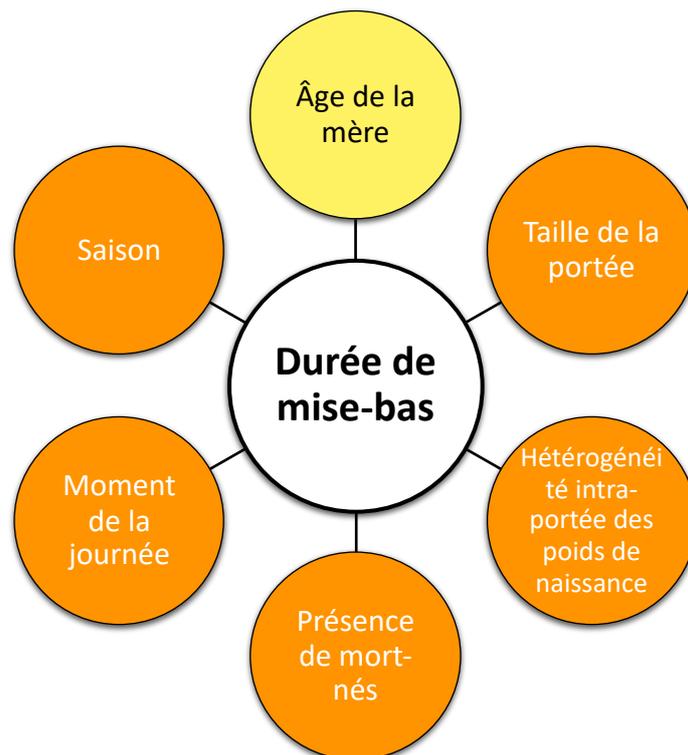


Figure 3 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation de la durée totale de mise-bas

Les facteurs en jaune sont les facteurs de variation propres à la mère. Ceux en orange sont propres la portée.

b. Analyse de l'impact de la durée de mise-bas sur la santé des chatons

1) Choix des paramètres étudiés

L'impact de la durée de mise-bas a été estimé par l'étude de la mortinatalité et de la mortalité néonatale sur les différentes périodes néonatales préalablement définies (par présence/absence de morts ou par des taux de mortalité). L'impact sur la croissance des chatons et de la portée a également été étudié sur les différentes périodes néonatales (J0-J2, J2-J7, J7-J21, J0-J21).

2) Méthode d'analyse statistique

Cet impact de la durée de mise-bas sur la santé et la survie des chatons a été étudié à l'aide d'analyses bivariées en utilisant les mêmes tests que ceux effectués précédemment (test de Kruskal-Wallis et test de Wilcoxon selon les variables).

2. Délai de naissance

a. Identification des facteurs de variation

1) Choix des variables étudiées

Le choix des variables pertinentes pour établir un modèle du délai de naissance s'est porté sur des données étant soit propres à la mère (parité et âge), propres à la mise-bas (moment de la mise-bas, taille de la portée) ou encore propres aux chatons (sexe, rang, poids de naissance, statut à la naissance).

2) Préanalyses individuelles des variables

De la même façon que pour la durée de mise-bas, chaque facteur pris en compte a été comparé individuellement pour établir l'existence de lien avec le délai de naissance. Les mêmes tests ont été utilisés dans ces analyses bivariées.

3) Modèle de l'analyse multivariée

Aucune corrélation entre facteurs n'a été établie ce modèle.

De manière similaire, nous avons généré un modèle linéaire mixte (Figure 4).

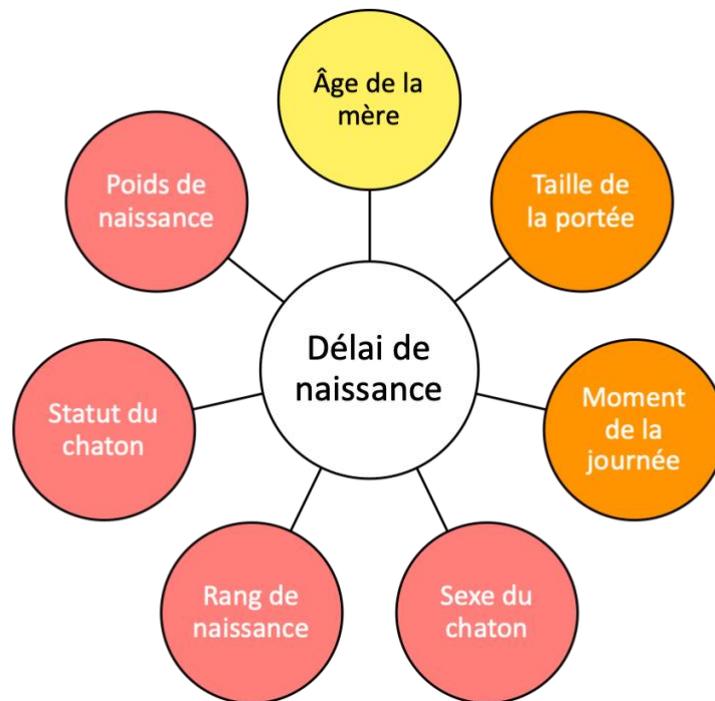


Figure 4 : Facteurs de variation retenus pour la modélisation du délai de naissance
Le facteur en jaune est le facteur de variation propre à la mère. Les facteurs en orange sont propres à la portée. Et ceux en rouge sont propres aux chatons.

b. Analyse de l'impact du délai de naissance

1) Choix des paramètres étudiés

Nous avons étudié l'impact du délai de naissance sur la mortalité néonatale des chatons à travers le statut des chatons (mort ou vivant) sur les différentes périodes néonatales de J0 à J21 (J0-J2, J2-J7, J7-J21, J0-J21) ainsi que par la croissance néonatale du chaton grâce aux taux de croissance sur ces mêmes périodes.

2) Méthode de l'analyse statistique

L'impact du délai de naissance sur la santé et la survie des chatons a été étudié à l'aide d'analyses bivariées similaires aux analyses précédentes (test de Wilcoxon et de Kruskal-Wallis).

3. Durée cumulée

Pour la durée cumulée de mise-bas, seuls les impacts sur la mortinatalité, la mortalité néonatale et la croissance des chatons ont été étudiés. L'analyse des facteurs de variation étant redondante avec celle du délai de naissance, celle-ci n'a pas été effectuée.

Les mêmes méthodes statistiques ont été employées puisque les paramètres étudiés sont les mêmes que ceux analysés dans l'impact du délai de naissance.

RESULTATS

I. Description de la population

Après application des critères d'exclusion, la base de données était constituée de 454 portées et comprenait 2068 chatons. Au total, l'étude cumulait les données de 143 élevages différents.

Les portées étaient nées entre janvier 2002 et mars 2023 de 282 mères différentes.

1. Caractéristiques des mères

L'étude comprenait 24 races différentes parmi les 282 mères (Figure 5). Les mères étaient âgées de 9,5 mois à 8,5 ans au moment de la mise-bas (Figure 6) avec une médiane de 2,3 ans (intervalle interquartile IQR : 1,5-3,5) ; la grande majorité (environ 75%) des chattes avaient entre 1 et 3 ans. La majorité (approximativement 82 %) des mères avaient déjà effectué entre 0 et 2 mises-bas au moment de la mise-bas prise en compte dans l'étude (Figure 7) (médiane : 1, IQR : 0-2).

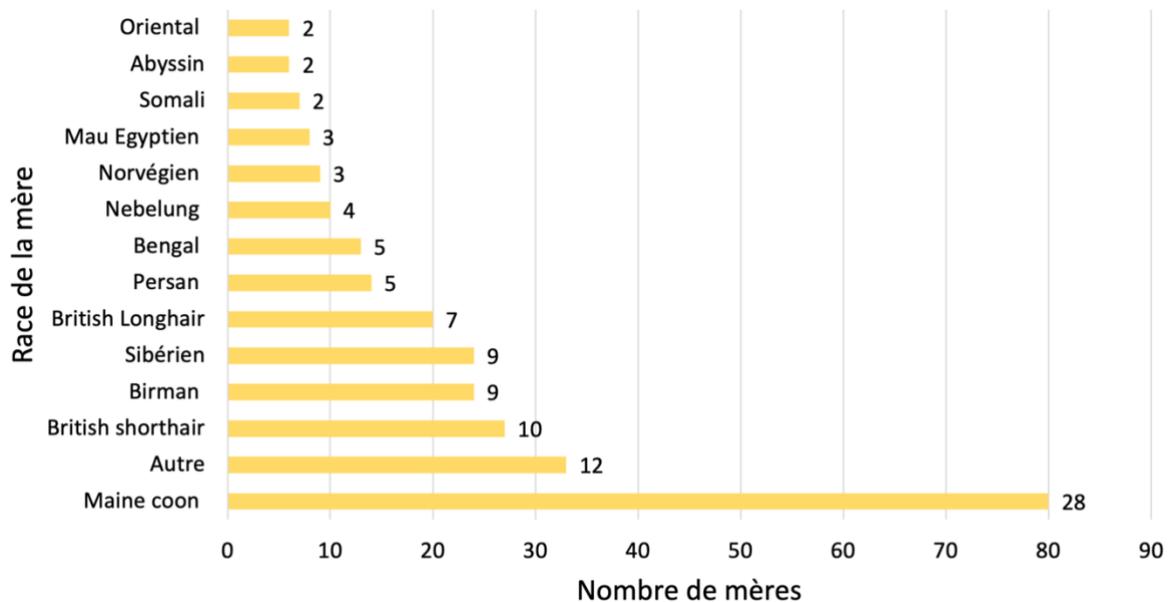


Figure 5 : Races des mères (n=282)

Les nombres affichés à droite des barres correspondent au pourcentage de chaque race dans la population totale.

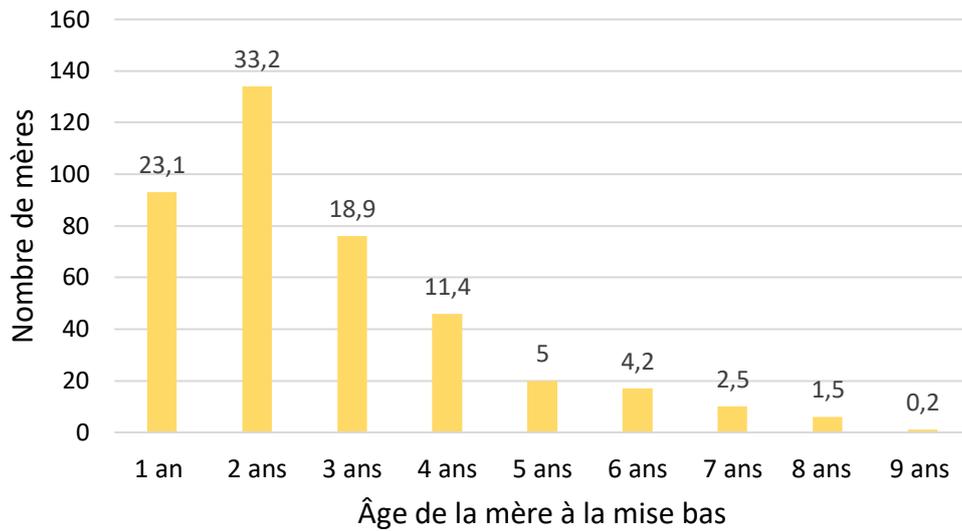


Figure 6 : Distribution de l'âge des mères au moment de la mise bas (n=403)
Les nombres affichés au-dessus de chaque barre correspondent au pourcentage de mères dans chaque tranche d'âge dans la population globale.

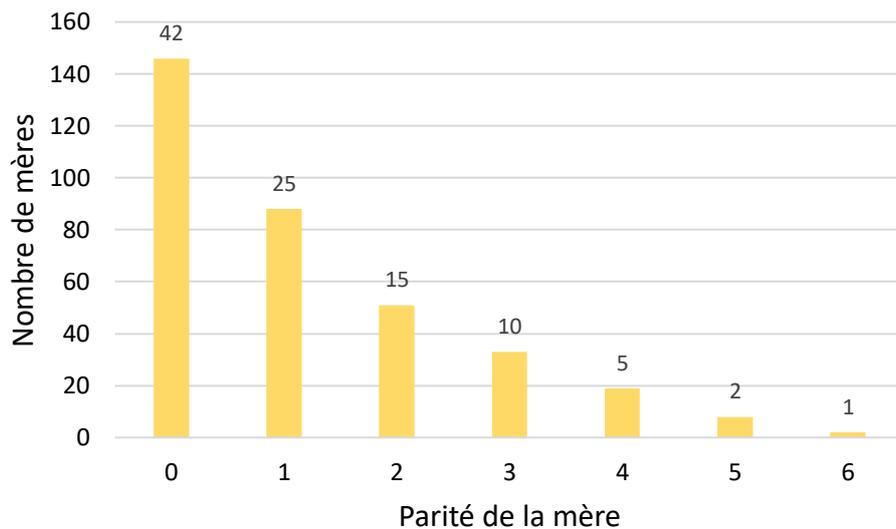


Figure 7 : Distribution de la parité des mères (n=347)
Les nombres affichés au-dessus de chaque barre correspondent au pourcentage de mères pour chaque parité dans la population totale.

2. Caractéristiques des mises-bas

Dans cette étude, les mises-bas ont eu lieu tout au long de l'année (Figure 8), aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les différentes saisons ($p_{\text{value}}=0,4$;

Test de Kruskal-Wallis) et entre les différents mois ($p_{\text{value}}=0,4$; Test de Kruskal-Wallis ; Tableau 3).

La fréquence des mises-bas n'était pas influencée par le moment de la journée où la mise-bas débutait ($p_{\text{value}}=0,4$, Test Kruskal-Wallis ; Tableau 4). Environ 51% des mises-bas ont débuté en journée (entre 6h du matin et 18h) contre 49% la nuit (entre 18h et 6h du matin).

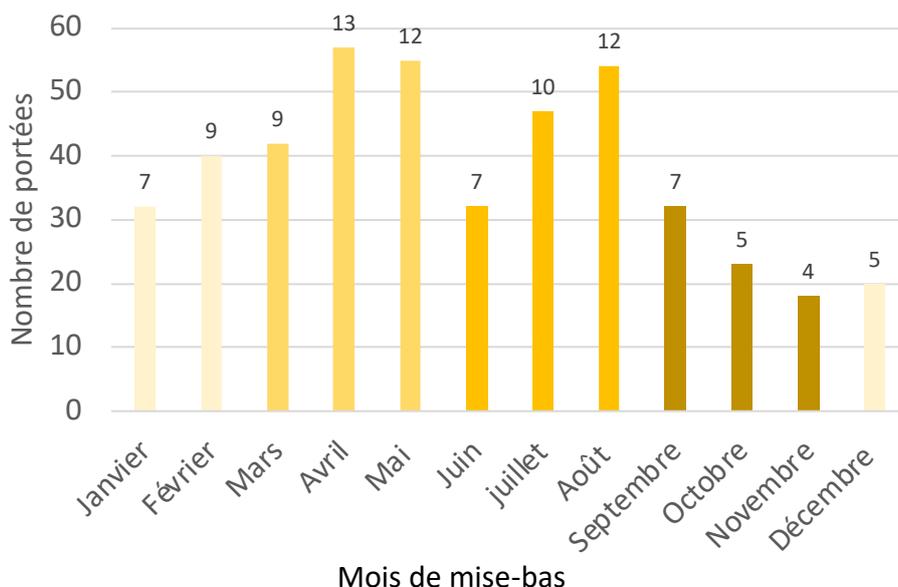


Figure 8 : Distribution des mises-bas par mois de naissance et par saison (n= 452)
Les couleurs représentent les différentes saisons météorologiques.
Hiver : jaune pâle, Printemps : jaune clair, Été : jaune, Automne : Marron
Les nombres affichés au-dessus de chaque barre correspondent au pourcentage de mises-bas ayant eu lieu au cours du mois considéré.

Tableau 3 : Répartition des mises-bas selon la saison météorologique (n=452)

Saison de mise-bas	Proportion (en pourcentage du nombre total de mises-bas)
Printemps	34,1%
Été	29,4%
Automne	16,1%
Hiver	20,4%

3. Caractéristiques des portées

En moyenne, la taille d'une portée était de 4,7 chatons avec au minimum 2 chatons (après application des critères d'exclusion) et au maximum 9 chatons (médiane : 4 ; IQR : 4-5). Approximativement 84 % des portées comportaient entre 3 et 6 chatons (Figure 9).

Dans la population étudiée, une mise-bas sur quatre comptait au moins un chaton mort entre J0 et J21 (hors mort-nés).

Le taux de mortalité néonatale (entre J0 et J21) intra-portée était en moyenne de 5 ± 13 %. La grande majorité des portées (90%) présentaient un taux de mortalité inférieur à 20 % (Figure 10). Le taux maximum de mortalité dans une portée était de 87,5 %.

Entre J0 et J2, le gain total de poids dans la portée était en moyenne de $+90,8 \pm 54,6$ grammes (minimum de -106, maximum de +344) ; 9 portées avaient un gain nul, 10 avaient une perte de poids globale enregistrée soit 2,6 % (n=378 portées après exclusion des portées pour lesquelles les nombres de poids renseignés à J0 et J2 étaient différents).

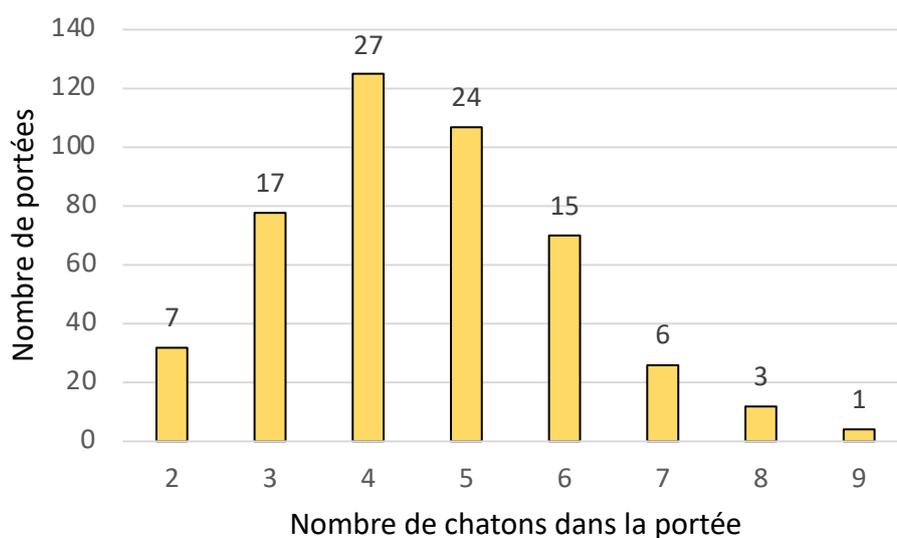


Figure 9 : Distribution de la taille des portées (n=454)

Les chiffres au-dessus de chaque barre du graphique correspondent au pourcentage de portées de la taille de portée associée (nombre de chatons nés totaux).

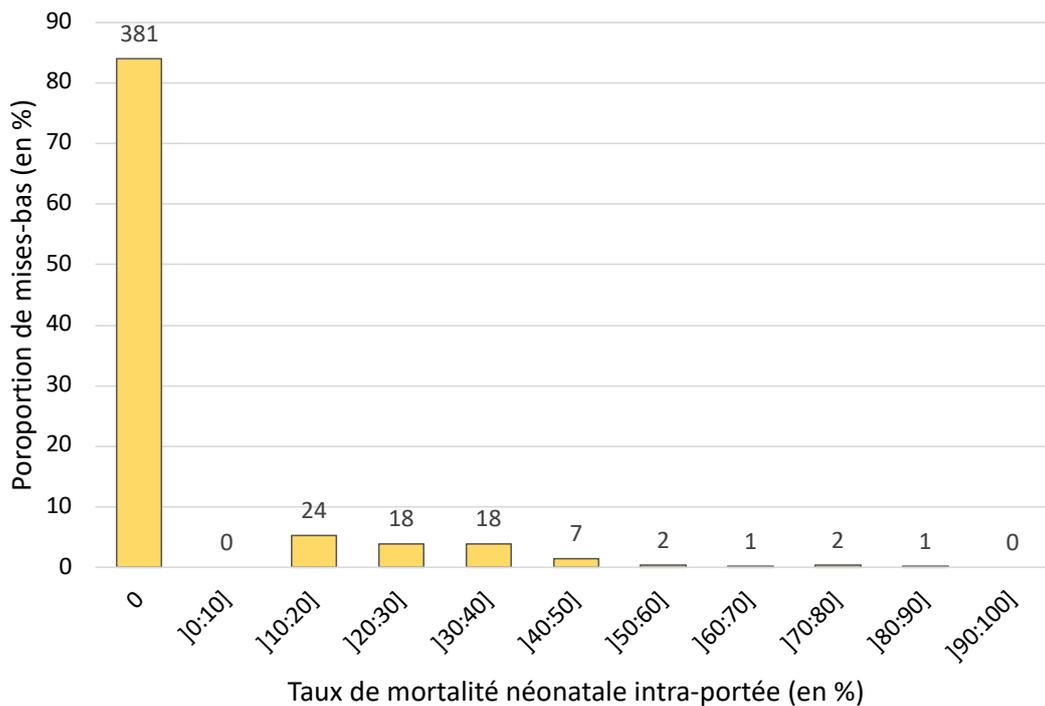


Figure 10 : Taux de mortalité néonatale intra-portée (n=454)
 Les effectifs au-dessus de chaque barre correspondent au nombre de mises-bas concernées.

4. Caractéristiques des chatons

L'étude comprenait au total 2068 chatons. Le sex-ratio était de 1,08 (1024 mâles et 951 femelles).

Dans cette population, le taux de mortinatalité (pourcentage de chatons nés morts) était de 5,2 % (106 chatons sur 2048), avec 15,9 % des portées qui comportaient au moins un mort-né (72 portées sur 454).

Le taux de mortalité néonatale (pourcentage de chatons nés vivants puis morts entre 0 et 3 semaines post naissance) s'élevait à 8,3 % (167 chatons sur 2022) ; 24,6 % des portées incluaient au moins un chaton mort dans ses 3 premières semaines de vie (109 portées sur 443).

Les taux de mortalité néonatale sur les 3 périodes étudiées (J0-J2, J3-J7, J8-J21) étaient semblables, autour de 3 % (Tableau 4).

Sur les portées comprenant au moins un chaton mort entre J0 et J21, 74% ne comptaient qu'un chaton mort (Tableau 5).

Sur la proportion de portées comportant au moins un mort-né, 25% de ces portées comprenaient aussi au moins un chaton mort sur la période néonatale (18 portées sur 72).

Le poids moyen des chatons à la naissance était de $100,8 \pm 20,3$ grammes (moyenne \pm SD). Le poids de naissance minimum était de 39 g et le poids maximum était de 170 grammes. Près de 70% des chatons pesaient entre 80 et 120 grammes (Figure 10).

Sur les 1821 chatons possédant des données de poids renseignées à J0 et J2, 91 chatons avaient perdu du poids (taux de croissance négatif), soit 5 % des chatons. Le taux moyen de croissance des chatons entre J0 et J2 était de $+20,8 \pm 13,1$ % (minimum de -22 % ; maximum de 70,8 %). La majorité des chatons (environ 80 %) avaient un taux de croissance situé entre 10 % et 50 %.

Sur les 1723 chatons dont les poids à J2 et J7 étaient renseignés, aucun chaton n'avait présenté un taux de croissance négatif. Le taux de croissance moyen des chatons entre J2 et J7 était de $56,3 \pm 16$ % (minimum : 2,1 % maximum : 145,5 %) ; 90 % des chatons avaient un taux de croissance compris entre 30 et 80 % sur cette période.

Sur les 1631 données complétées, le taux de croissance moyen entre J7 et J21 était de $91,5 \pm 27,2$ % (minimum de 13,9 %, maximum de 410,2 %). Aucun chaton n'avait de taux de croissance négatif. Environ 70 % des chatons avaient un taux de croissance entre 75 % et 100% entre J7 et J21.

Sur 255 portées, 40% des éleveurs (102 portées) avaient répondu avoir effectué une complémentation en lait sur leurs chatons en post-partum.

Tableau 4 : Répartition de la mortalité sur la période néonatale (entre J0 et J21)

Période de vie	Nombre de morts	Taux de mortalité (sur le nombre de chatons vivants)	Nombre de portées avec au moins un chaton mort	% de portées (sur 454)
J0-J2	61	3,0 % (sur 2022)	43	9,5%
J3-J7	59	3,0 % (sur 1961)	43	9,5%
J8-J21	47	2,5 % (sur 1902)	24	5,3%
J0-J21	167	8,2 % (sur 2022)	82	18,1%

Tableau 5 : Répartition de la mortalité néonatale (n=443 portées ; 2068 chatons)

Nombre de chatons morts dans la portée avant J21	Nombre de portées	Pourcentage de portées
0	334	75,4
1	81	18,3
2	18	4,1
3	4	1
4	2	0,4
5	2	0,4
7	2	0,4

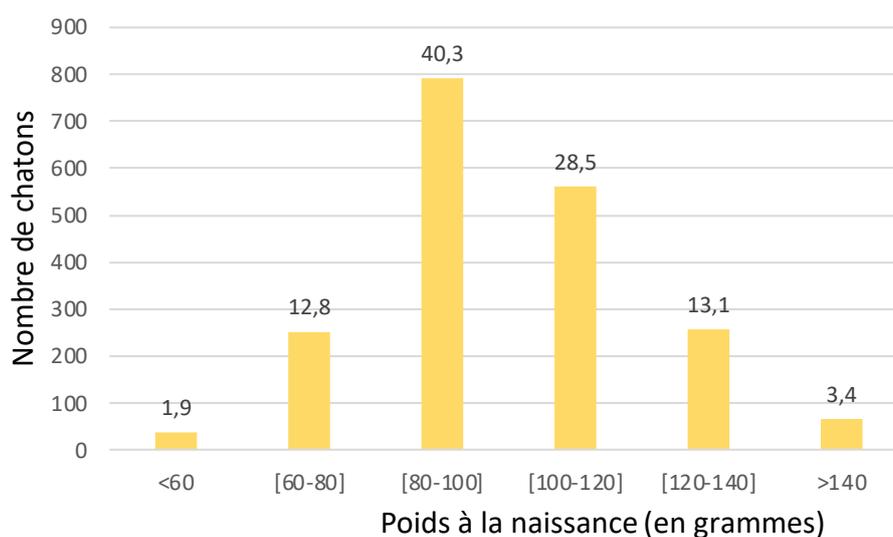


Figure 11 : Distribution des poids de naissance des chatons (n=1969)
Les nombres au-dessus de chaque barre correspondent au pourcentage de chatons dont le poids de naissance est dans l'intervalle considéré.

II. Durée totale de la mise bas

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

En moyenne, la durée d'une mise-bas était de 182 ± 186 minutes (médiane = 130 minutes). La mise-bas la plus courte était de 5 minutes contre 23 heures et 8 minutes pour la mise-bas la plus longue.

Sur 454 portées, 58 % des portées avaient une durée de mise-bas comprise entre 1 heure et 3 heures (Figure 11) ; pour 7 portées (soit 1,5%) la mise-bas avait duré plus de 18 heures.

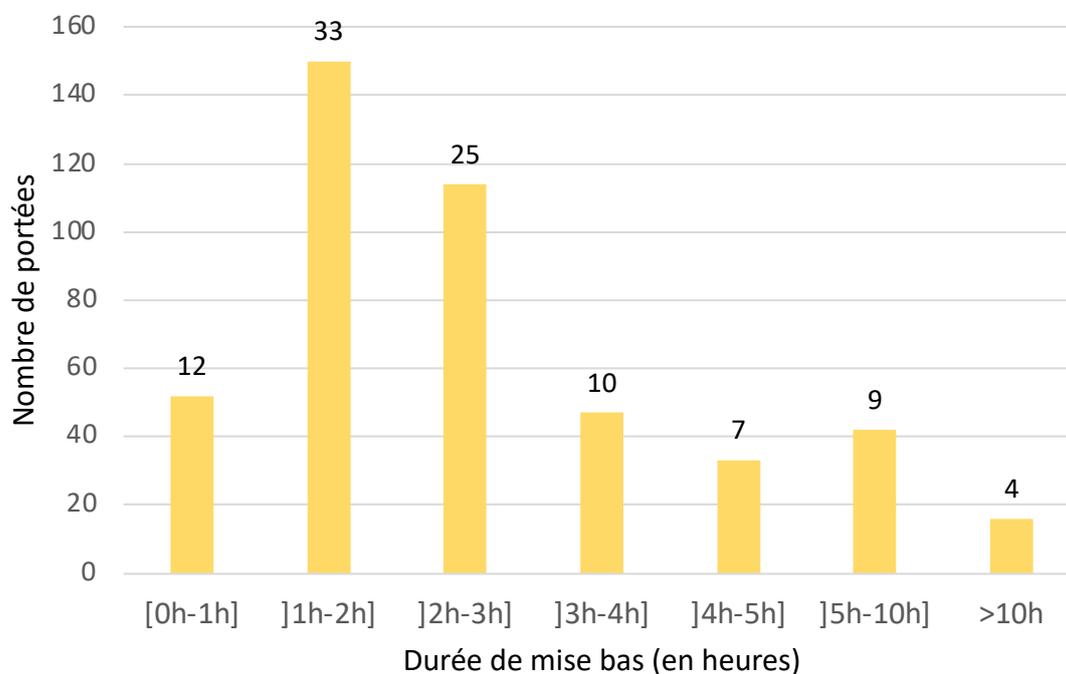


Figure 12 : Distribution des durées de mise-bas par portée (n=454)

Les nombres au-dessus de chaque barre correspondent au pourcentage de portées associé à l'intervalle de durée de mise-bas considéré.

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

Le modèle multivarié est le suivant :

Durée de mise bas ~ Taille de la portée + Présence de mort né ou non
 + Saison météorologique + Moment de la mise bas + Âge de la mère
 + Hétérogénéité intra.portée des poids de naissance
 + Interactions des facteurs

a. Analyse univariée

1) Effet de la taille de la portée

Pour rappel, les mises-bas avec chaton unique avaient été retirées de l'étude.

La durée totale de la mise-bas variait de manière significative avec la taille de la portée ($p_{\text{value}} = 3.0 \cdot 10^{-16}$ donc $p < 0,05$; test de Kruskal-Wallis).

La durée de mise bas semblait augmenter avec la taille de la portée (Figure 12). La durée moyenne de mise-bas pour les portées de 2 à 3 chatons était de $2,2 \pm 2,7$ heures contre $3,3 \pm 3,1$ heures pour les portées de 5 à 6 chatons.

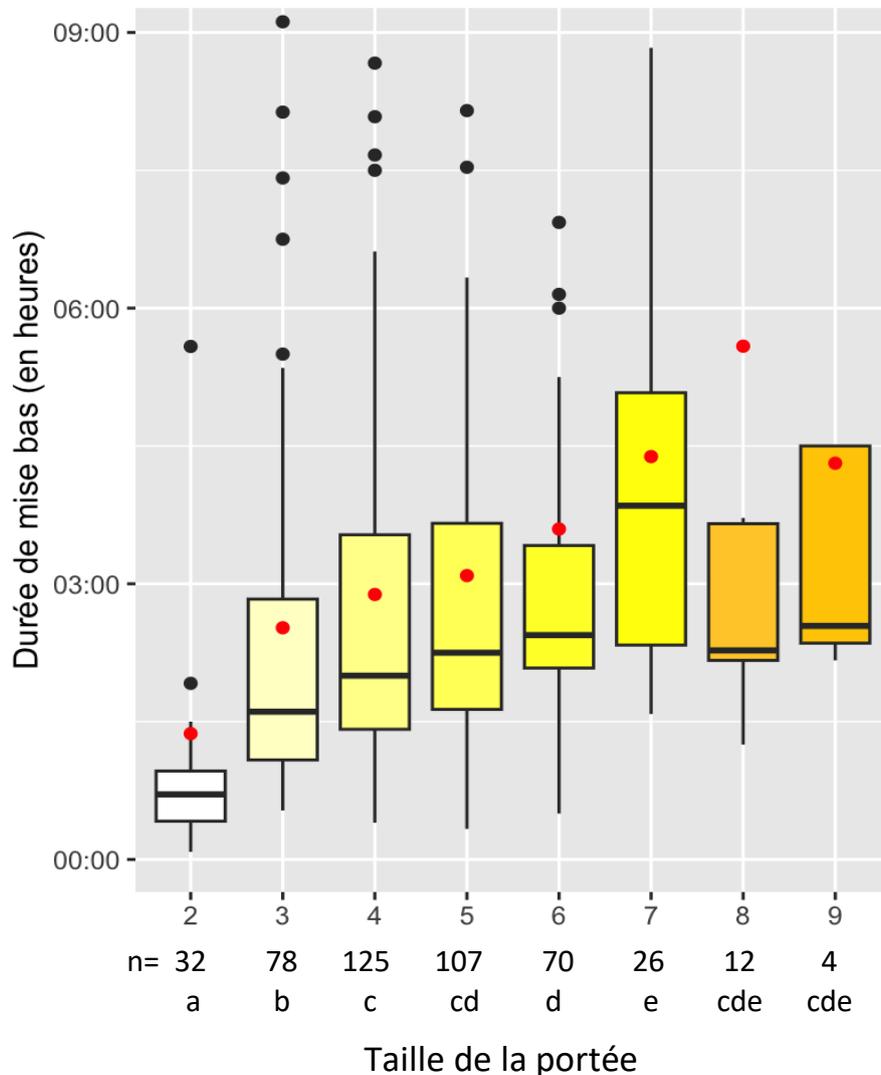


Figure 13 : Durée de mise-bas en fonction de la taille de la portée (n=454)
 Les points rouges correspondent aux moyennes de durée de mise-bas associées à chaque taille de portée.
 Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées de la taille considérée.
 Les colonnes portant des lettres différentes sont significativement différentes

2) Effet de la saison

Aucune différence de durée de mise-bas n'a été mise en évidence en fonction de la saison (Figure 13 ; $p=0,053$).

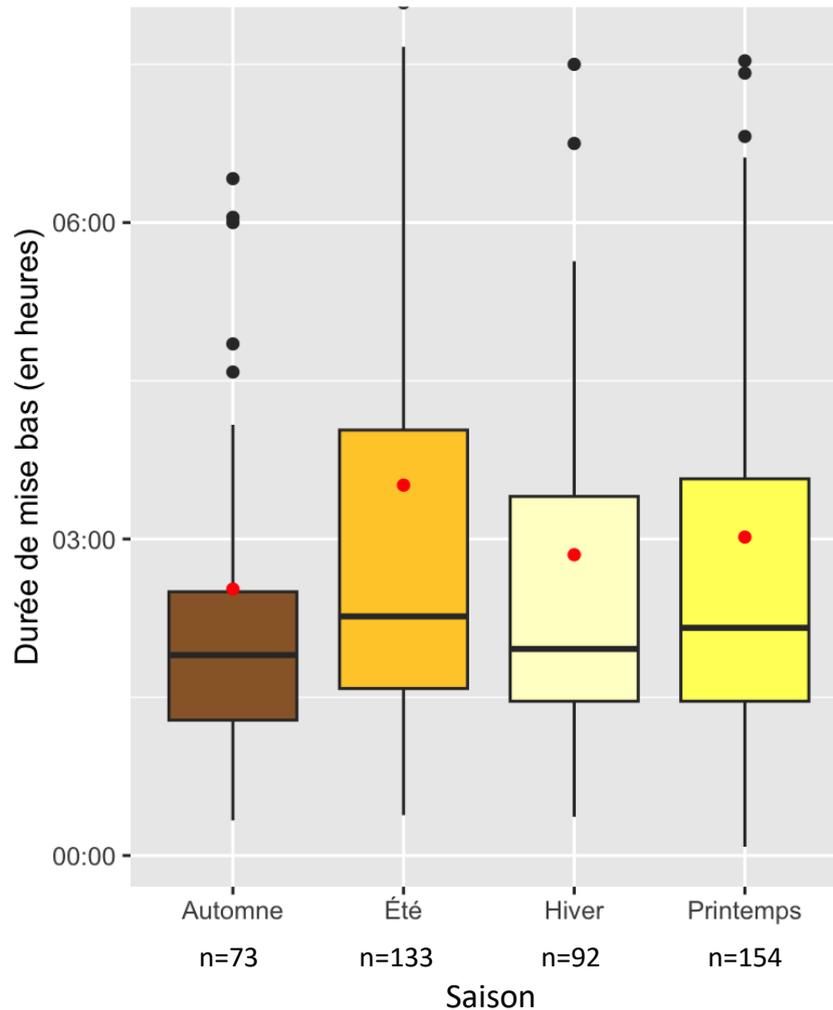


Figure 14 : Durée de mise-bas en fonction de saison (n=452)

Les points rouges correspondent aux moyennes de durée des mises-bas associées à chaque saison.

Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour la saison considérée.

3) Effet de l'âge de la mère

Le test de Kruskal-Wallis n'avait pas mis en évidence de différence significative entre les durées moyennes de mise-bas des différents âge des mères. ($p_{\text{value}}=0,5$ donc $>0,05$; Figure 15).

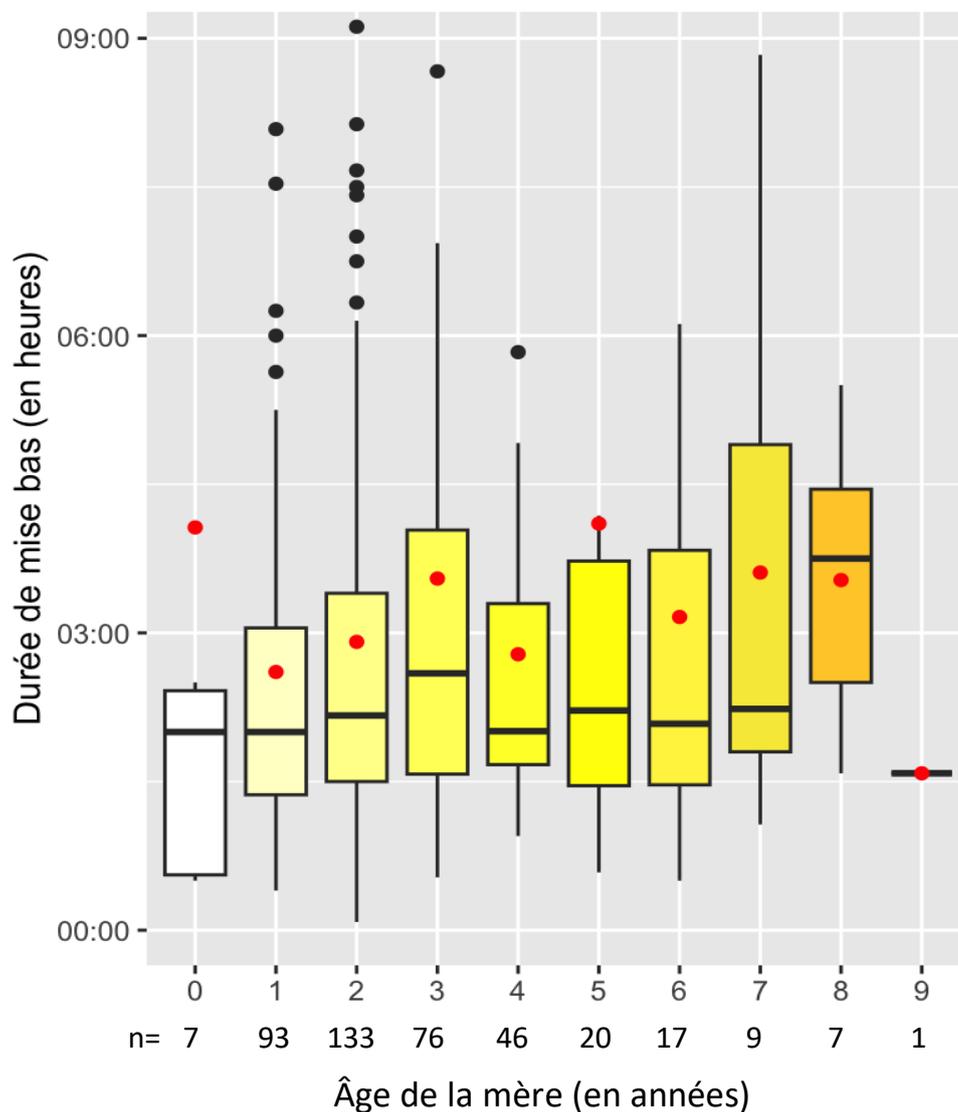


Figure 15 : Durée de mise-bas en fonction de l'âge de la mère (n=409)
 Les points rouges correspondent aux moyennes de durée de mise-bas associées à chaque âge.
 Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour l'âge de la mère considéré.

4) Effet de l'hétérogénéité intra-portée des poids de naissance

Le test de Kruskal-Wallis avait mis en évidence une différence significative entre les durées moyennes de mise-bas selon le degré d'hétérogénéité des poids de naissance au sein de la portée ($p=0,048$; $p<0,05$).

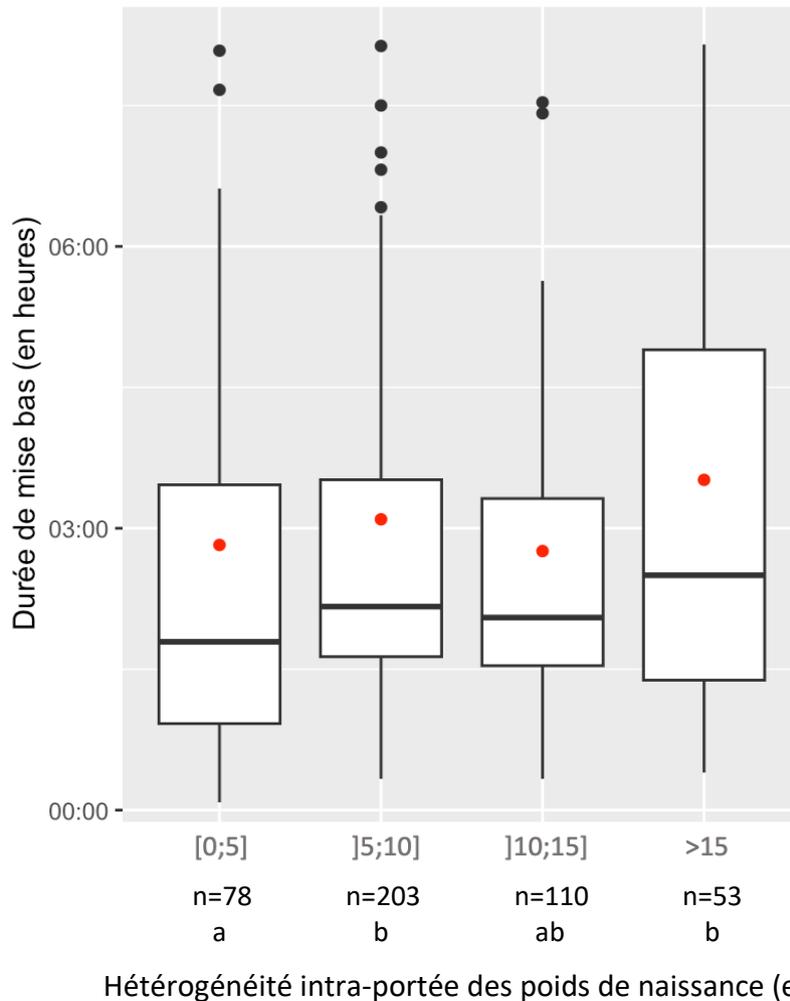


Figure 16 : Durée de mise-bas en fonction de l'hétérogénéité intra-portée des poids de naissance (n=444)

Les points rouges correspondent aux moyennes de durée de mise-bas associées à chaque sous-groupe d'hétérogénéité intra-portée des poids de naissance

Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour le sous-groupe d'hétérogénéité intra-portée des poids de naissance considérée.

Les colonnes portant des lettres différentes sont significativement différentes

5) Effet du moment de la journée

La durée de la mise-bas ne variait pas significativement selon que celle-ci ait commencé le jour ou la nuit (182 ± 196 minutes contre 184 ± 175 minutes respectivement ; $p=0,81$, test de Wilcoxon).

6) La présence ou non de mort-nés dans la portée

Dans la population étudiée, il y a entre 1 et 7 mort-nés par portée, avec en moyenne $1,5 \pm 1,1$ chaton mort-né par mise-bas.

Sur les mises-bas comptabilisant des mort-nés, approximativement 70 % de ces portées ne comptent qu'un mort-né sur toute la portée (Tableau 6).

Tableau 6 : Distribution du nombre de mort-nés par portée (n=73)

Nombre de mort-nés dans la portée	Nombre de portées	Pourcentage de portées
1	51	69,9
2	13	17,8
3	4	5,4
4	3	4,1
5	1	1,4
7	1	1,4

La durée des mises-bas sans mort-né était significativement inférieure à celle des mises avec un moins un mort-né ($p=0,0005$, test de Wilcoxon).

En effet, la moyenne de durée de mise-bas en absence de mort-né était de 160 ± 135 minutes contre 297 ± 322 minutes si la portée comptait au moins un mort-né (Figure 17).

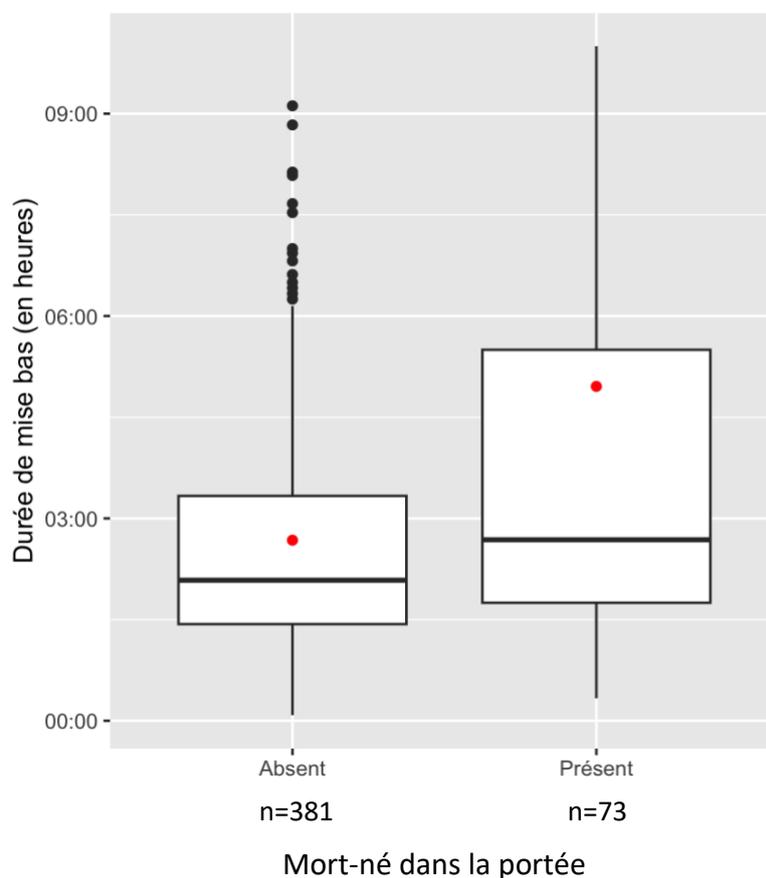


Figure 17 : Durée de mise-bas en fonction de la présence de mort-né dans la portée (n=454)

*Les points rouges correspondent aux moyennes de durée de mise-bas associées à la présence/absence de mort-né dans la portée.
Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées selon la présence/absence de mort-né dans la portée.*

b. Analyse multivariée

Les facteurs ne présentant pas de $p_{\text{value}} < 0,05$ à l'issue de l'analyse univariée ont été écartés du modèle.

Le modèle retenu comprenant les facteurs ayant un impact sur la durée de mise-bas était le suivant :

Durée de mise bas ~ Taille de la portée + Présence de mort né ou non +
Hétérogénéité intra.portée des poids de naissance +
Interactions entre les différents facteurs

Ce modèle expliquait 55 % de la variabilité de la durée de mise-bas.

Les facteurs « Taille de la portée » et « Présence de mort-né ou non » étaient les deux facteurs présentant une différence significative dans le modèle ($p_{\text{value}} < 2.2e-16$ et $p_{\text{value}} = 6e-07$ respectivement).

Aucune interaction entre facteurs ne présentait de $p_{\text{value}} < 0,05$ dans notre modèle.

3. Conséquences de la durée de mise-bas

a. *Conséquences sur la mortinatalité*

1) A l'échelle de la portée

Deux classes de durée de mise-bas ont été construites : courte (≤ 4 heures ; $n = 366$ portées) et longue (> 4 heures ; $n = 88$ portées).

Les analyses statistiques ont montré une association entre la présence d'au moins un chaton mort-né dans la portée et l'augmentation de la durée totale de mise-bas ($p_{\text{value}} = 3.4e^{-05}$, $p < 0,05$).

En moyenne, 13% des mises-bas de courte durée comportaient au moins un mort-né contre 31 % des mises-bas longues.

La répartition nous permettait de visualiser que le taux moyen de mortinatalité (moyenne des pourcentages de mortinatalité intra-portée) était plus important pour une durée de mise-bas supérieure à 7 heures (Figure 18).

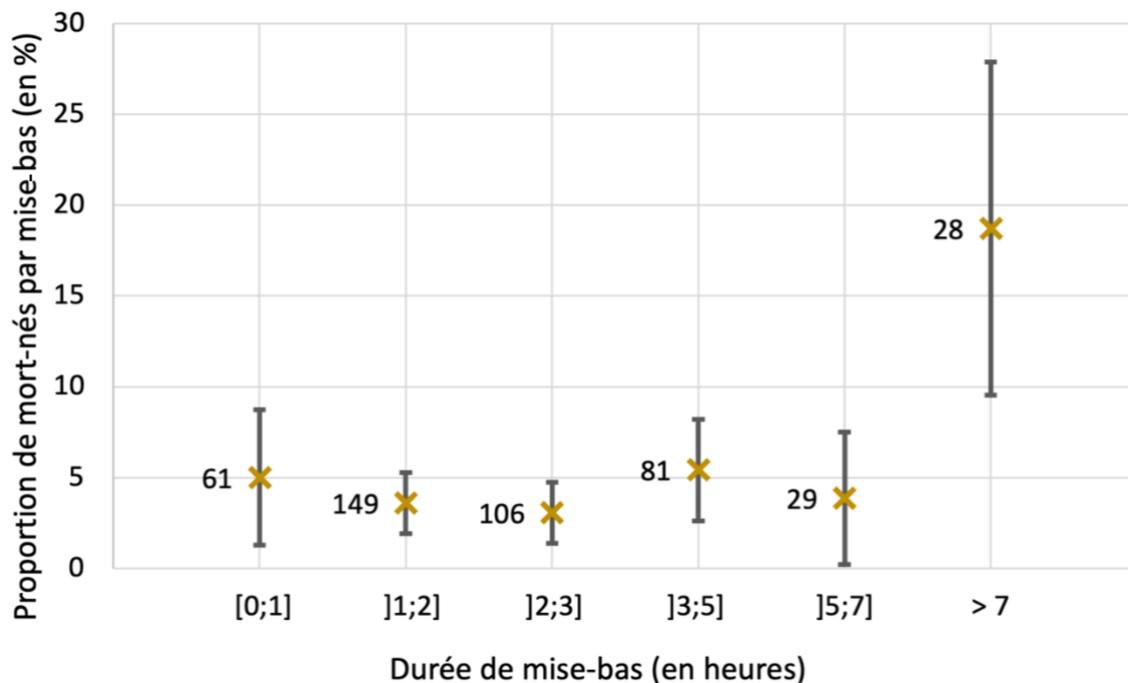


Figure 18 : Proportion de chatons mort-nés par mise-bas par rapport à la durée de mise-bas

Les croix jaunes correspondent aux moyennes de proportion de mort-nés par mise-bas en fonction de la durée de mise-bas.

Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance à 95% pour chaque moyenne calculée (valeur positive et négative).

Les nombres présents à gauche de chaque point correspondent à l'effectif de portées pour la durée de mise-bas concernée.

2) A l'échelle du chaton

Un lien statistique a été mis en évidence entre l'augmentation de la durée de mise-bas et une augmentation du pourcentage de chatons mort-nés ($p_{\text{value}} = 5,0e^{-08}$, $< 0,05$).

Les mises-bas de courte durée étaient associées à un taux de mortalité de 4 % contre 10 % de chatons mort-nés pour les durées de mise-bas longues.

b. Conséquences sur la mortalité néonatale

1) A l'échelle de la portée

28% des mises-bas de courte durée ($\leq 4h$) comportaient au moins un chaton de la portée mort entre J0-J21 contre 42 % lorsque les mises-bas étaient longues ($>4h$) ($p=0,012$, $p<0,05$).

L'analyse statistique du taux de mortalité entre J0 et J21 en fonction de la durée totale de mise-bas, considérée de façon quantitative, n'a pas montré de différence significative ($p=0,9$, $p>0,05$).

2) A l'échelle du chaton

De même, la mortalité a été étudiée à l'échelle du chaton. L'augmentation de la durée de mise-bas n'avait pas d'effet sur le taux de mortalité des chatons sur toutes les périodes néonatales.

Les p_{value} se sont toutes avérées inférieures à 0,05 ($p_{value} = 0,8$ pour la période [J0-J2] $p_{value} = 0,6$ pour la période [J3-J7] ; $p_{value} = 0,6$ pour la période [J8-J21] ; $p_{value} = 0,9$ pour la période [J0-J21]).

c. Conséquences sur la croissance néonatale.

1) Gain total du poids de la portée entre J0 et J2

Les durées de mise-bas étaient réparties en 4 groupes :

Groupe 1 = [0-1h] ; Groupe 2= [1h-2h] ; Groupe 3= [2h-4h] ; Groupe 4 = $>4h$

Un test de Kruskal-Wallis avait permis de mettre en évidence une différence significative entre les gains moyens de poids intra-portée entre J0-J2 selon la durée de mise-bas ($p=8,9e-05$, $p<0,05$) : respectivement 63 ± 39 grammes pour les durées inférieures à une heure, 86 ± 48 grammes entre une et deux heures, 103 ± 66 grammes entre deux et quatre heures et 92 ± 49 grammes pour plus de quatre heures (Figure 19).

A l'inverse, la taille de portée n'avait pas montré d'influence sur le gain de poids intra-portée entre J0 et J2 ($p=0,2$, $>0,05$).

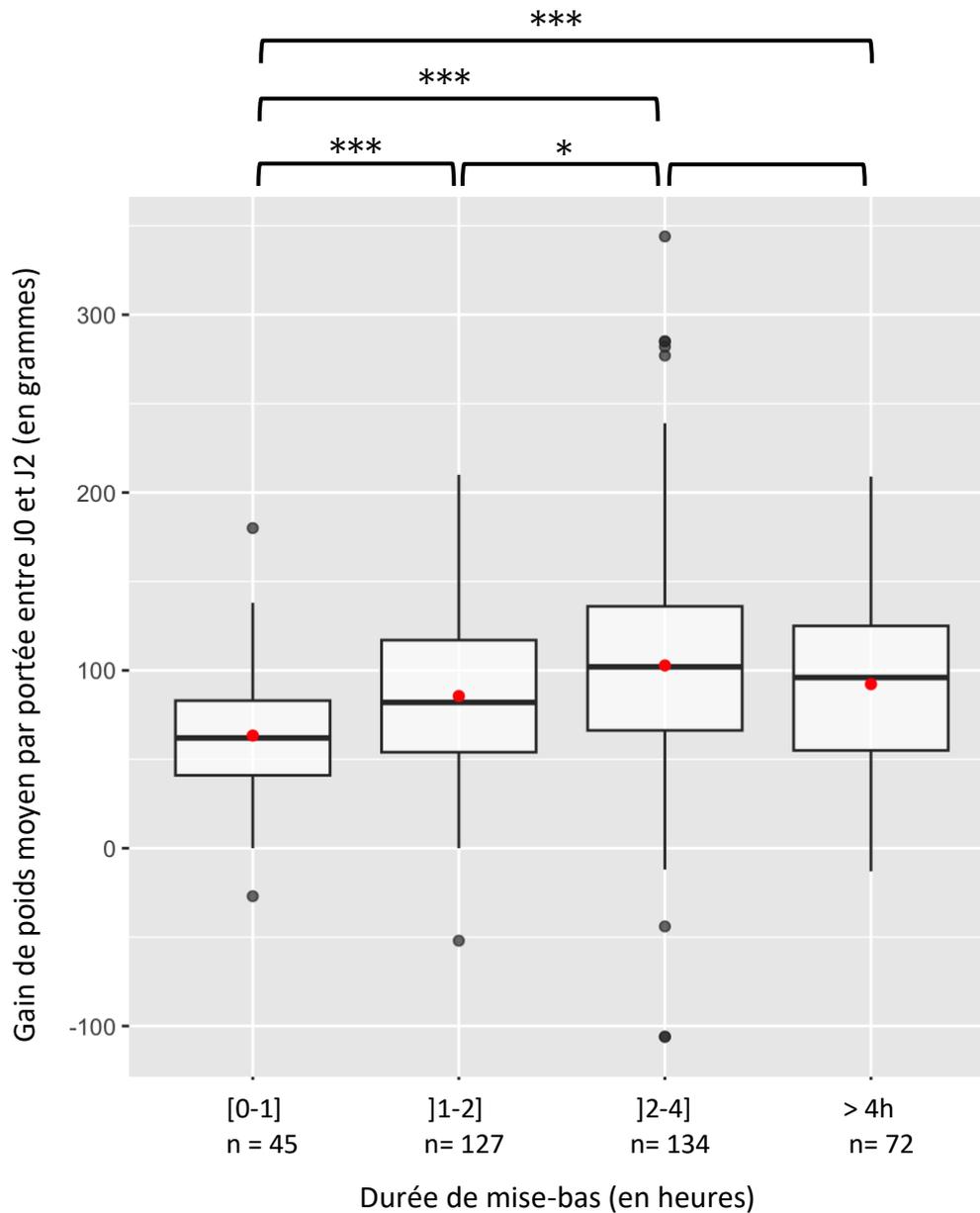


Figure 19 : Gain total de poids dans la portée entre J0 et J2 en fonction de la durée de mise-bas (n= 378)

Les points rouges correspondent aux moyennes de gain de poids intra-portée entre J0 et J2 dans les différents sous-groupes.

Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées selon la durée de mise-bas considérée.

** $p_{value} < 0,05$ ** $p_{value} < 0,01$ *** $p_{value} < 0,001$.*

2) Taux de croissance du chaton entre J0 et J2

Aucun effet de la durée de mise-bas n'a été mis en évidence sur le taux de croissance entre J0 et J2 ($p=0,8, >0,05$; Figure 20).

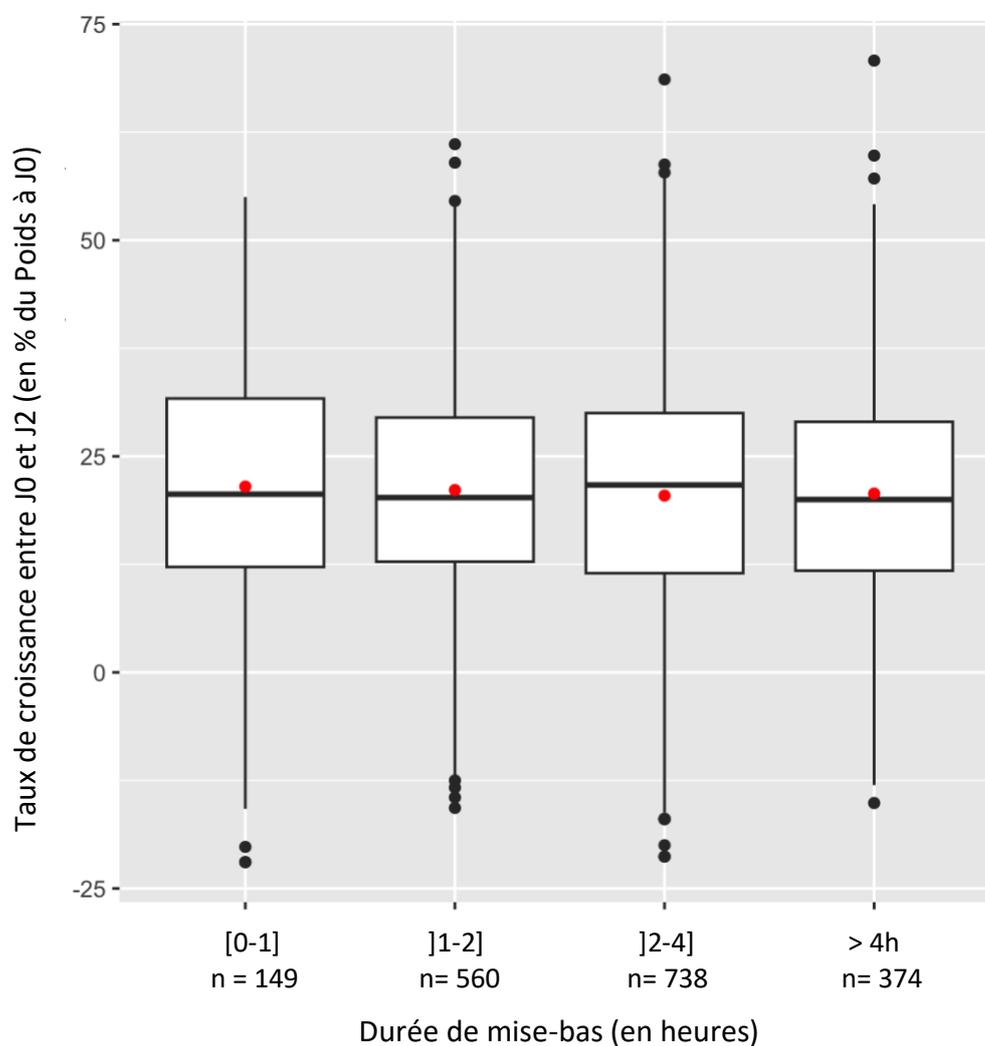


Figure 20 : Taux de croissance du chaton entre J0 et J2 en fonction de la durée de mise-bas (n=1821)

Les points rouges correspondent aux moyennes de taux de croissance entre J0 et J2 dans les différents sous-groupes.

Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées selon la durée de mise-bas considérée.

3) Taux de croissance du chaton entre J2 et J7

Le test de Kruskal-Wallis montre une différence significative de taux de croissance entre J2 et J7 entre les différents sous-groupes de durée de mise-bas ($p_{\text{value}}=0,0005, <0,05$; Figure 21).

Le taux de croissance moyen pour une durée de mise-bas inférieure à 1h était de 59 % contre 58 % entre 1 et 2 heures, puis 55 % entre 2 et 4 heures et au-delà de 4 heures.

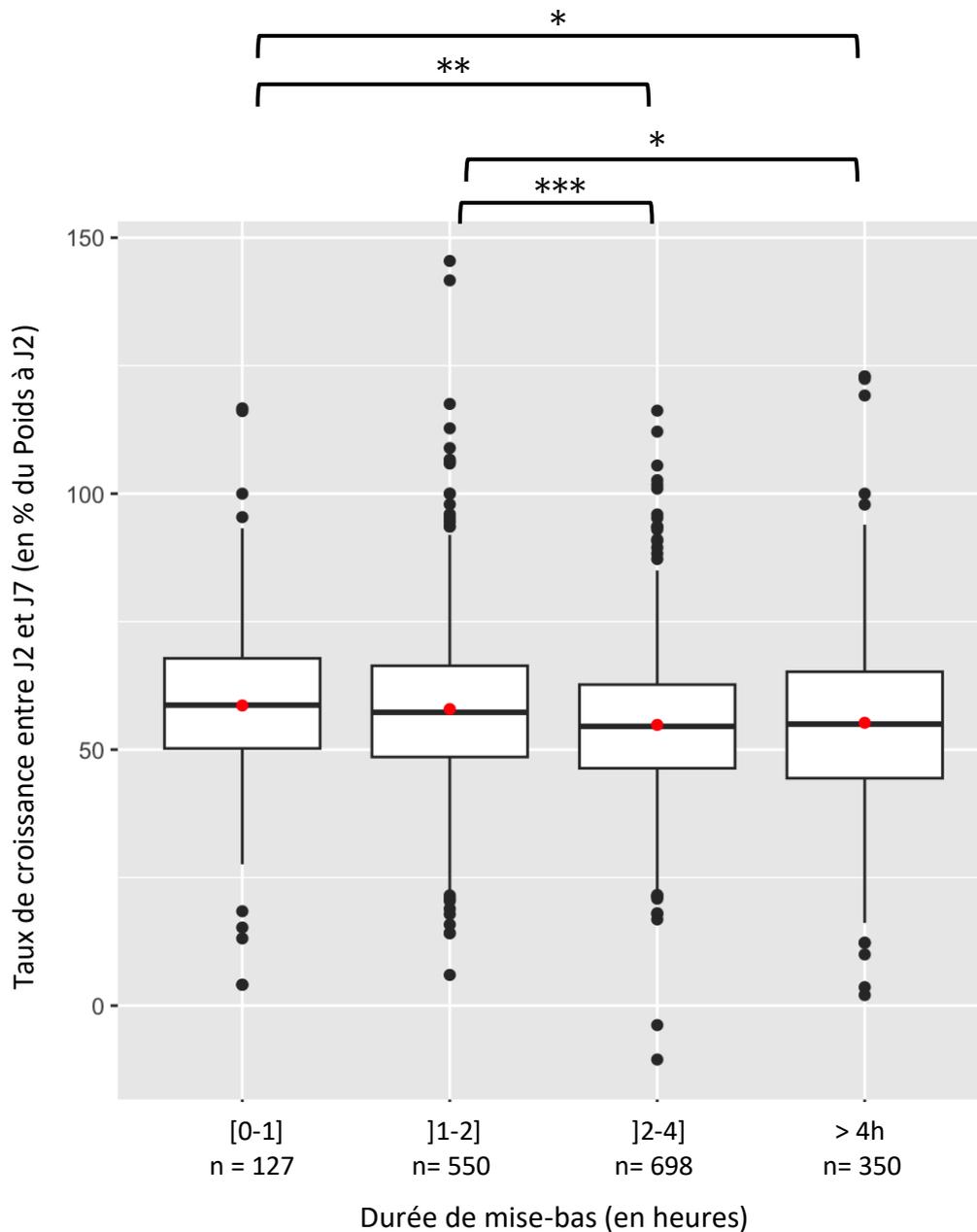


Figure 21 : Taux de croissance du chaton entre J2 et J7 en fonction de la durée de mise-bas (n=1725)

Les points rouges correspondent aux moyennes de taux de croissance entre J2 et J7 dans les différents sous-groupes.

Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées selon la durée de mise-bas considérée.

* $p_{value} < 0,05$ ** $p_{value} < 0,01$ *** $p_{value} < 0,001$.

4) Taux de croissance du chaton entre J7 et J21

Aucun effet de la durée de mise-bas n'a été mis en évidence sur le taux de croissance entre J7 et J21 ($p=0,25, >0,05$; Figure 22).

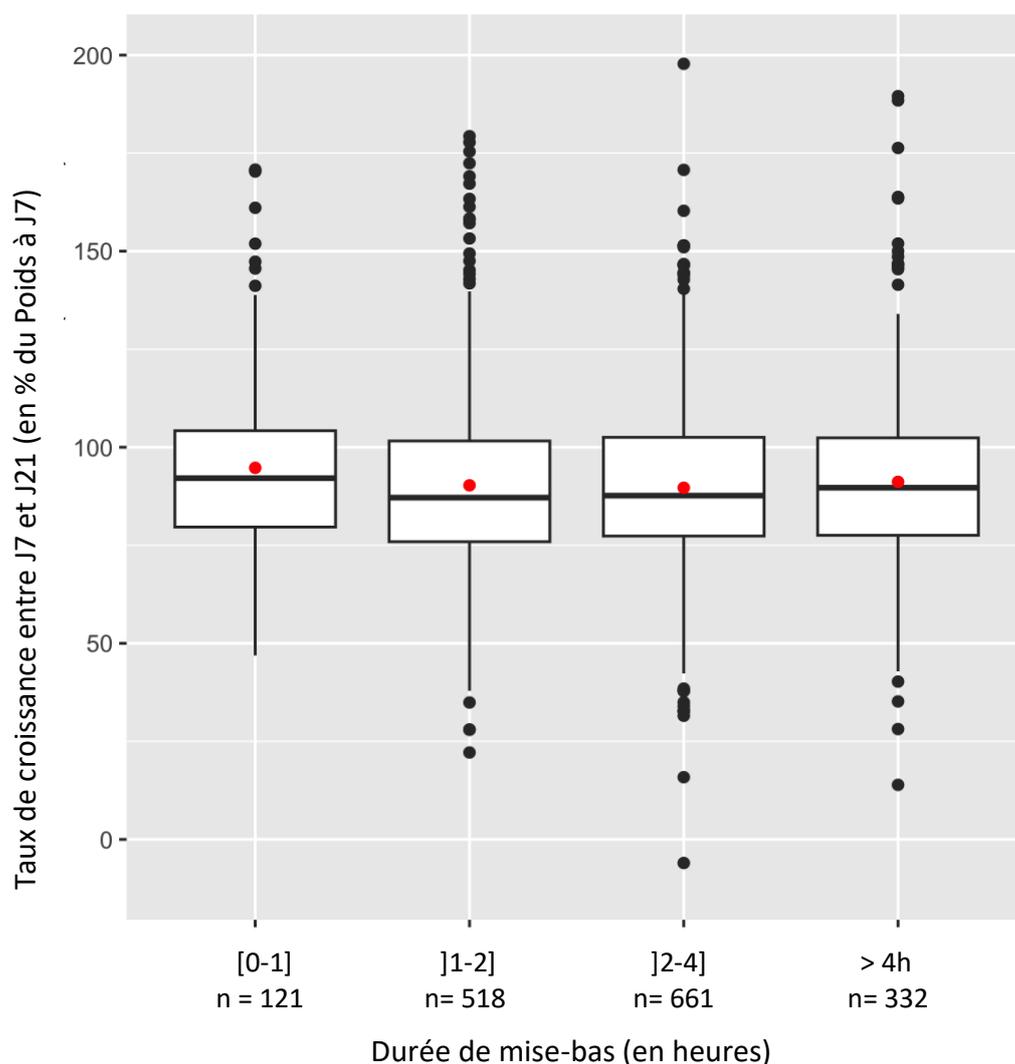


Figure 22 : Taux de croissance du chaton entre J7 et J21 en fonction de la durée de mise-bas (n=1632)

Les points rouges correspondent aux moyennes de taux de croissance entre J7 et J21 dans les différents sous-groupes.

Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées selon la durée de mise-bas considérée.

5) Taux de croissance du chaton entre J0 et J21

Le test de Kruskal-Wallis montrait une différence significative de moyenne de taux de croissance entre les différents sous-groupes de durée de mise-bas ($p= 1.3e^{-05}, p<0,05$; Figure 23).

Le taux de croissance moyens pour une durée de mise-bas inférieure à une heure était de 287%, de 271% entre une et deux heures, de 255% entre deux et quatre heures et de 262% au-delà de quatre heures.

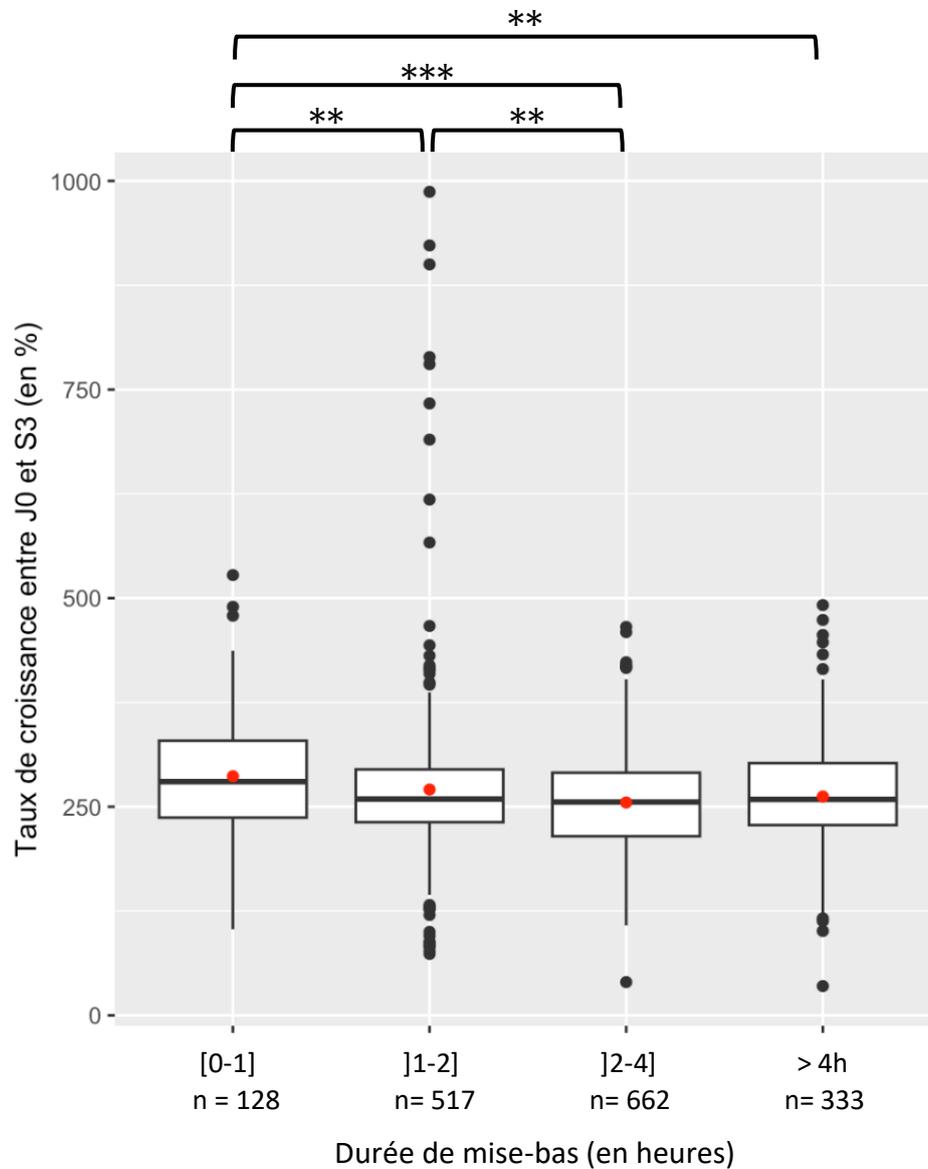


Figure 23 : Taux de croissance du chaton entre J0 et J21 en fonction de la durée de mise-bas (n=1640)

Les points rouges correspondent aux moyennes de gain de poids intra-portée entre J0 et J21 dans les différents sous-groupes. Les chiffres indiqués sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées selon la durée de mise-bas considérée.

* $p_{value} < 0,05$ ** $p_{value} < 0,01$ *** $p_{value} < 0,001$.

III. Le délai de naissance

Le délai de naissance était défini comme l'intervalle de temps écoulé entre l'expulsion du chaton étudié et celle du chaton précédent.

1. Valeur du délai de naissance

Le délai de naissance était en moyenne de 52 ± 90 minutes (médiane = 30 minutes), moyenne calculée sur tous les chatons de l'étude, en retirant le premier chaton de chaque portée, soit 1616 chatons au total. Le minimum est de 0 minute et le maximum de 17 h 25 minutes.

70 % des chatons avaient un délai de naissance inférieur à 45 minutes (Figure 24).

Les données présentaient 10 délais de naissance de plus de dix heures (soit moins de 1% des chatons).

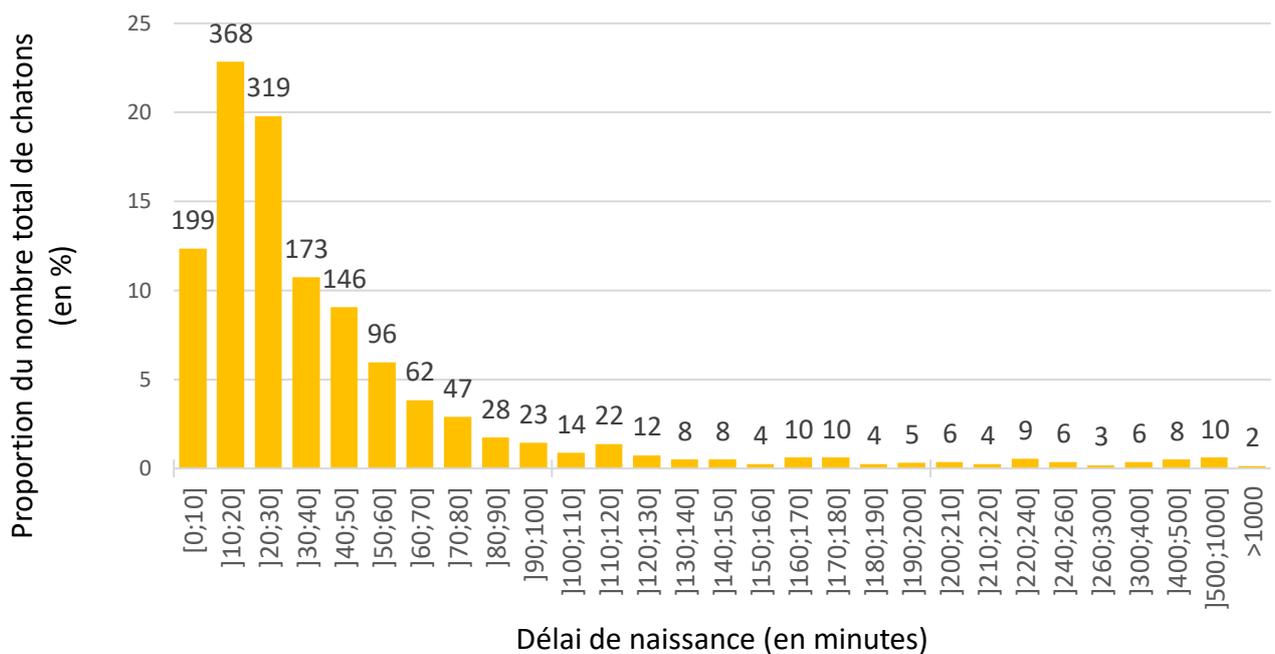


Figure 24 : Distribution du délai de naissance (n=1616)

Le nombre indiqué au-dessus de chaque barre correspond au nombre de chatons associé.

2. Facteurs de variation du délai de naissance

Pour rappel, le modèle d'étude du délai de naissance envisagé était le suivant :

Délai de naissance ~ Âge mère + Taille de la portée + Moment de la mise bas
+ Sexe + Statut morts.nés + Rang de naissance + Poids de naissance
+ Interactions entre facteurs

a. Analyse univariée

1) Paramètres intrinsèques à la mère : l'âge de la mère

Le test de Kruskal-Wallis avait mis en évidence un effet significatif de l'âge de la mère sur le délai de naissance ($p= 6.4e-05$, $p<0,05$; figure 25).

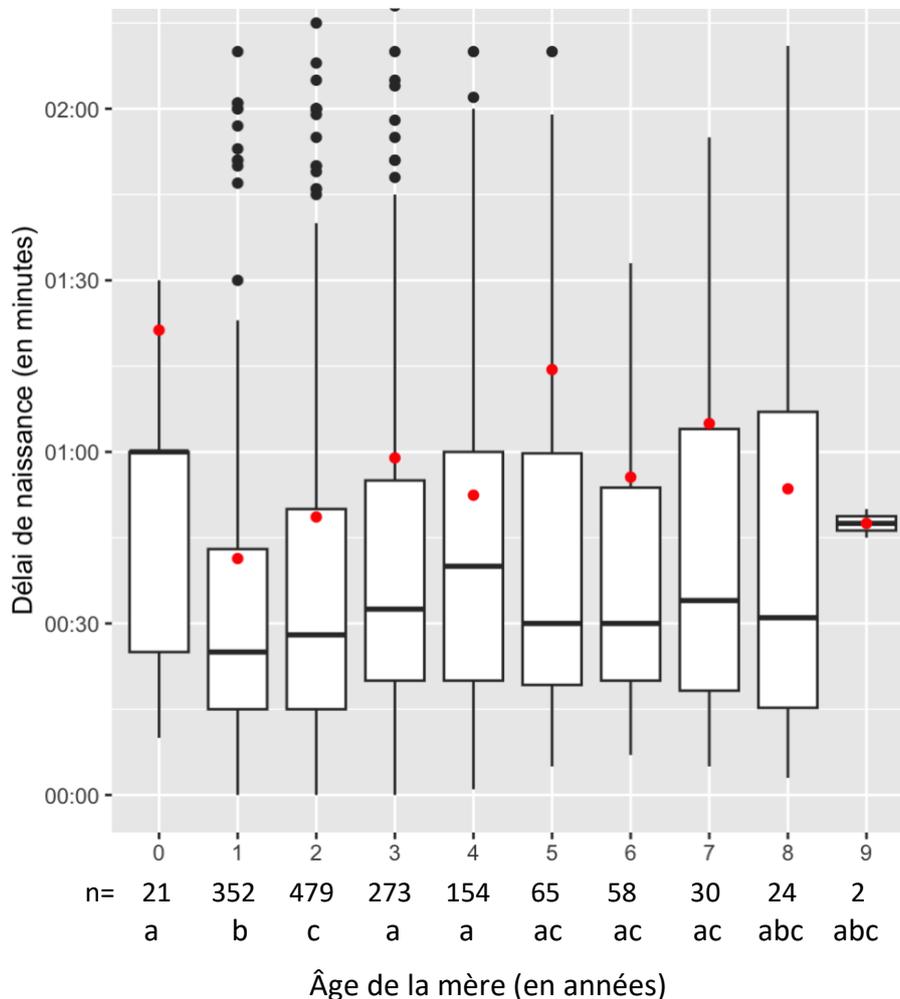


Figure 25 : Délai de naissance en fonction de l'âge de la mère (n=1458)
Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissance pour chaque classe d'âge de la mère.

Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour l'âge de la mère considéré

Les colonnes portant des lettres différentes sont significativement différentes

2) Paramètres intrinsèques à la portée/mise bas

a) *La taille de la portée*

La taille de la portée influençait significativement le délai de naissance ($p_{\text{value}} < 2.2e-16, < 0,05$; test de Kruskal-Wallis).

Une diminution du délai de naissance du chaton semblait correspondre à une augmentation de la taille de la portée (Figure 26).

Le délai de naissance moyen pour des portées de petite taille (2, 3 ou 4 chatons) était de 64 ± 97 minutes (n=562 chatons) contre 44 ± 97 minutes (n=271 chatons) pour les portées de grande taille (7, 8 ou 9 chatons).

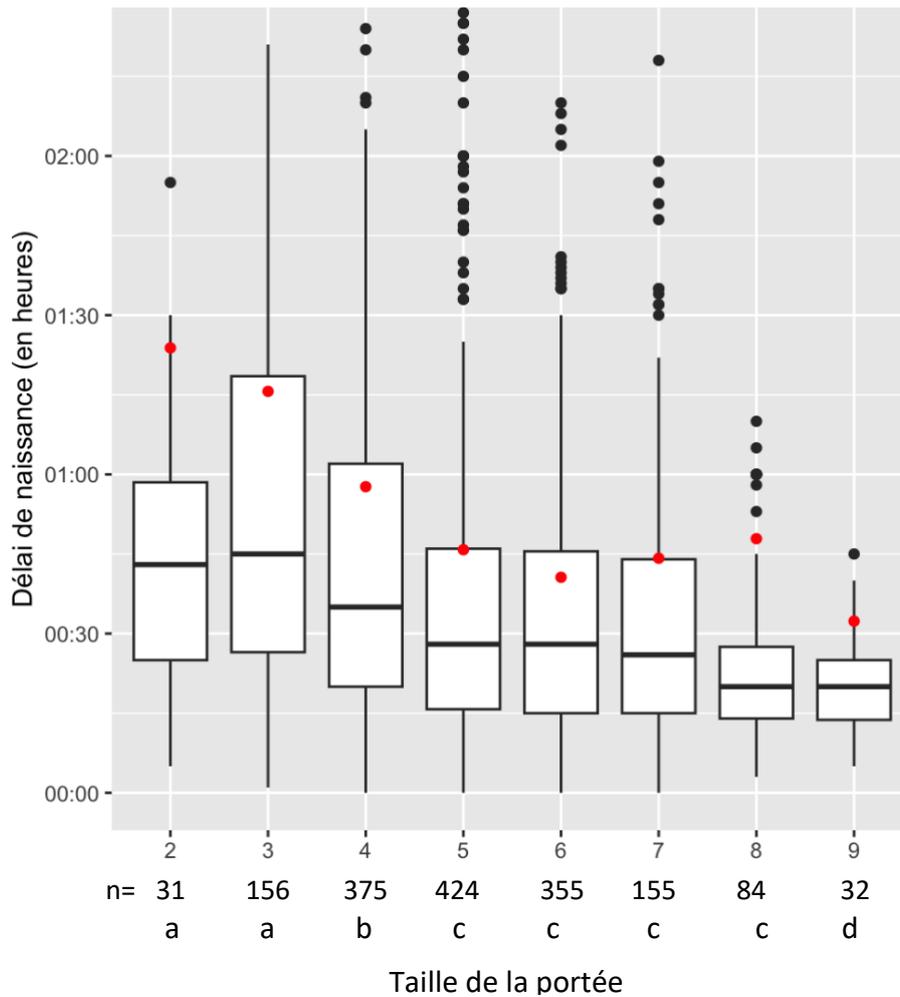


Figure 26 : Délai de naissance en fonction de la taille de la portée (n=1612)
 Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissance pour chaque classe d'âge de la mère.
 Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour la taille de portée considéré
 Les colonnes portant des lettres différentes sont significativement différentes

b) Le Moment de la mise-bas

Le délai de naissance ne variait pas significativement selon que la mise-bas a commencé le jour ou la nuit ($p_{\text{value}} = 0,7567, > 0,05$, Test de Wilcoxon ; Figure 27).

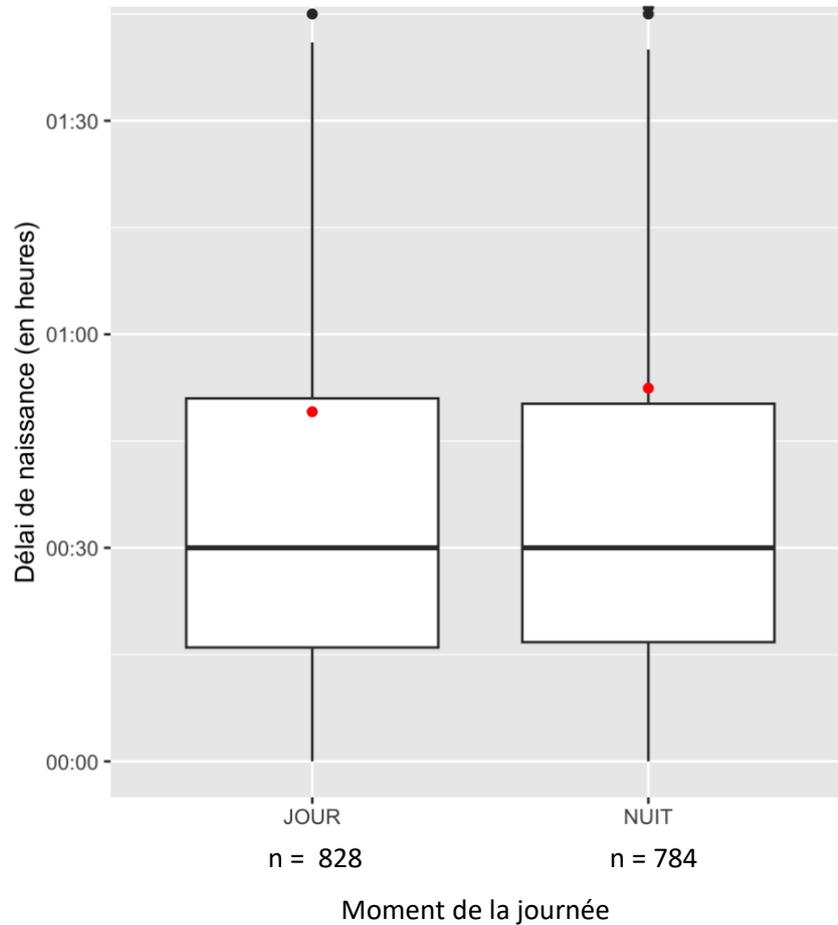


Figure 27 : Délai de naissance en fonction du moment de la journée (n=1612)
 Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissance des moments de la journée.
 Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour le moment de début de mise-bas considéré.

3) Paramètres propres aux chatons

a) Le Sexe

Le sexe du chaton avait un effet significatif sur le délai de naissance ($p_{\text{value}} = 0,02, < 0,05$, test de Wilcoxon ; Figure 28).

En moyenne, les femelles présentaient un délai de naissance de 49 ± 78 minutes (n=737) alors que celui des mâles était de 52 ± 94 minutes (n=806).

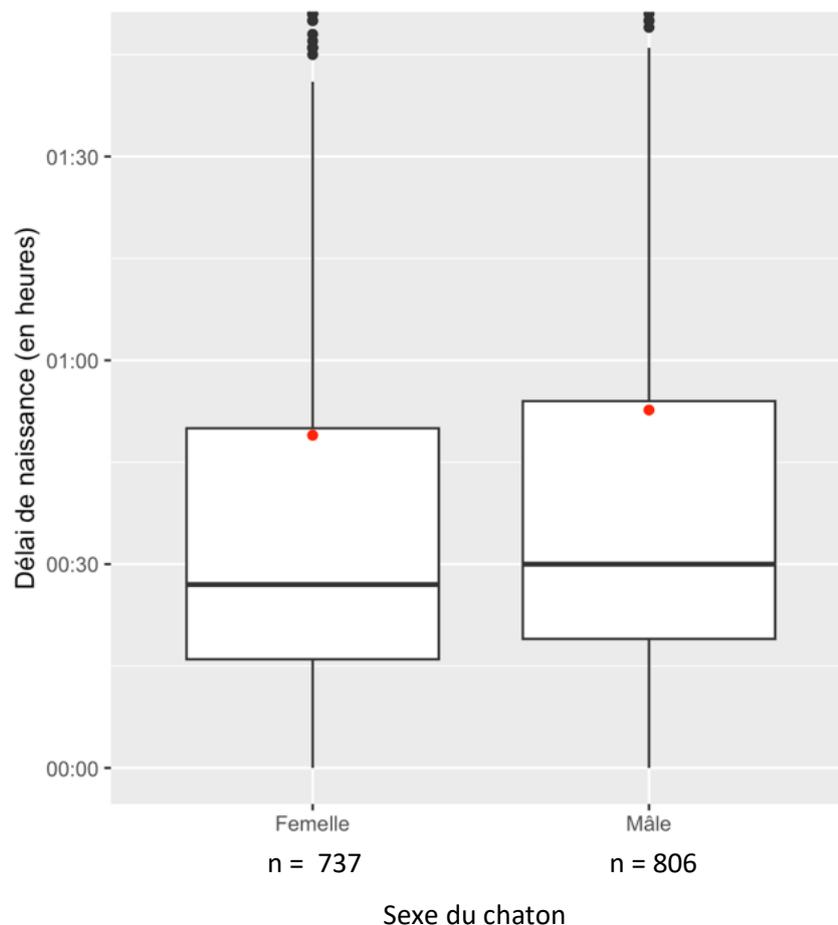


Figure 28 : Délai de naissance en fonction du sexe du chaton (n=1543)
Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissance en fonction du sexe des chatons.
Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour le sexe considéré.

b) Le Statut du chaton

Les moyennes de délai de naissance selon le statut de naissance du chaton (né vivant ou mort) étaient statistiquement différentes ($p_{\text{value}}=0,01$, $<0,05$, test de Wilcoxon ; Figure 29).

La moyenne du délai de naissance des chatons nés vivants était de 47 ± 72 minutes (n=1509) alors que celle des chatons mort-nés était de 125 ± 208 minutes (n=86).

Le délai de naissance d'un chaton né mort était donc en moyenne plus de 2,5 fois supérieur à celui d'un chaton né vivant.

Sur les chatons nés avec un délai de naissance de plus de 10h, 50% sont nés morts. En comparaison, un délai de naissance inférieur à 60 minutes était associé à moins de 5% de chaton mort-né (Figure 30).

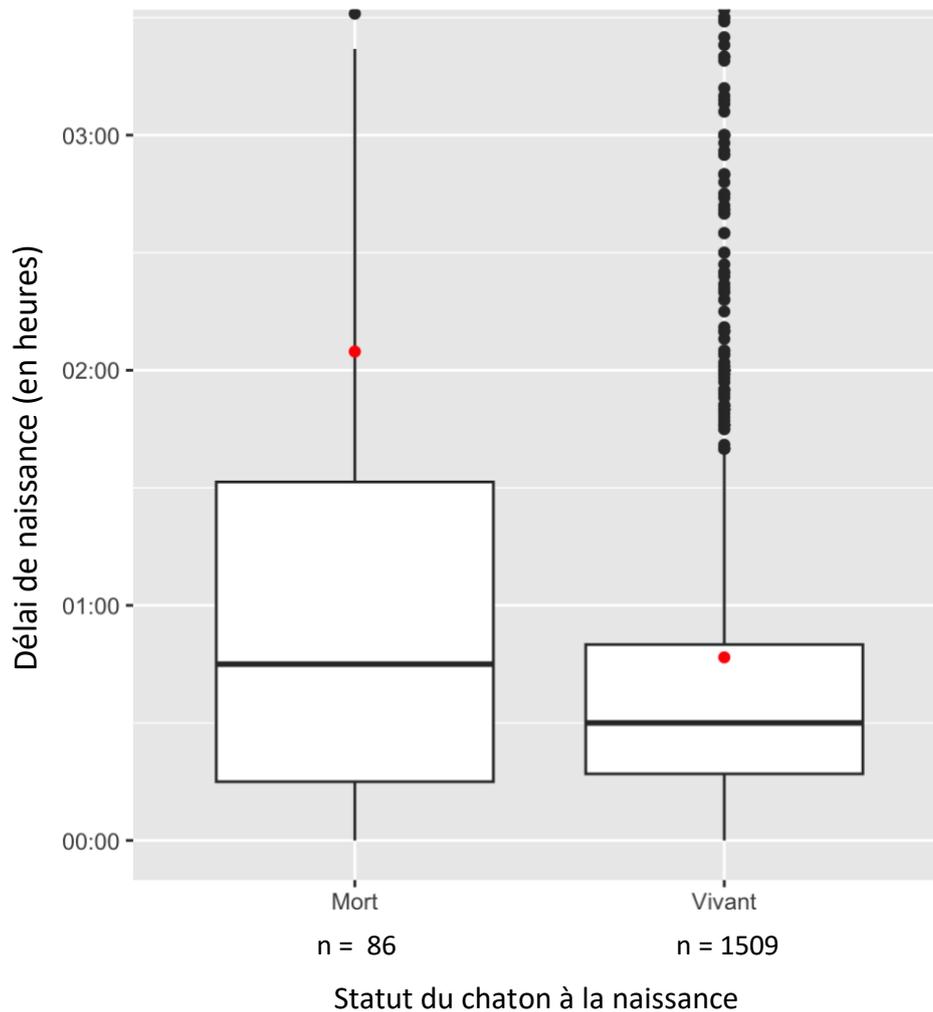


Figure 29 : Répartition du délai de naissance en fonction du statut de naissance du chaton (n=1595)

Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissance en fonction du statut des chatons.

Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour le statut du chaton à la naissance considéré.

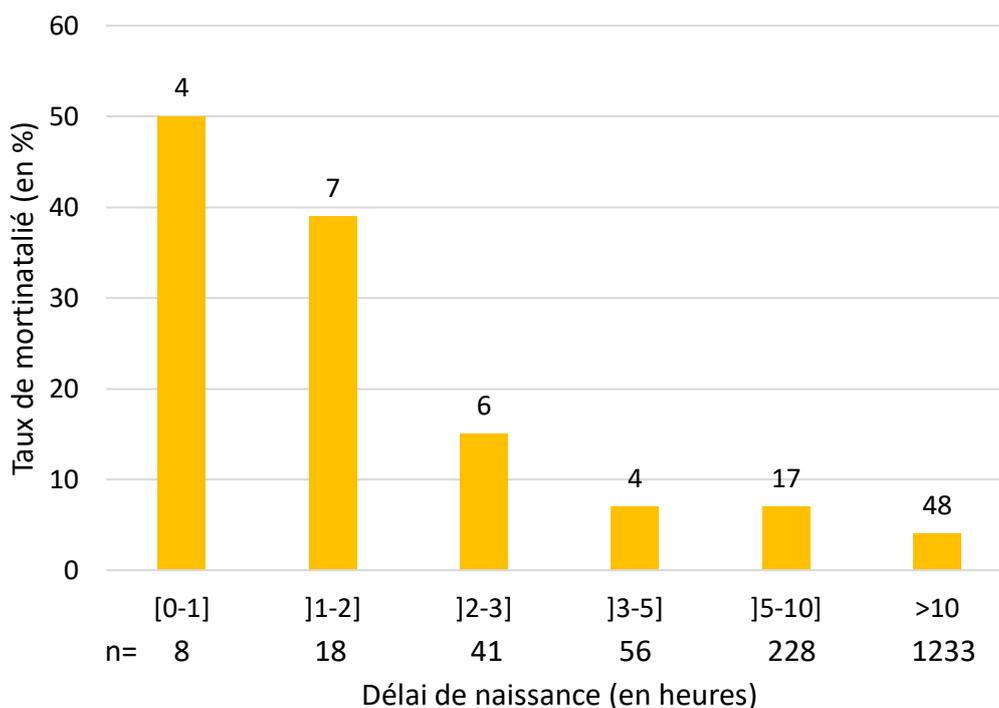


Figure 30 : Proportion de chaton mort-né selon différents intervalles de délai de naissance (n=1584)

Les nombres présents au-dessus des barres correspondent aux effectifs de chatons mort-né pour chaque intervalle de délai de naissance

Les nombres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portée pour le délai de naissance considéré.

c) Le rang de naissance

Le test de Kruskal-Wallis avait mis en évidence une différence significative entre les délais de naissance moyens selon le rang de naissance des chatons (exprimé en pourcentage ; $p_{\text{value}} < 2.2e-16$, $p < 0,05$; Figure 31).

Pour rappel, le rang a été étudié par le pourcentage de rang de naissance dans la portée. Celui du premier n'a pas été étudié étant donné l'absence de délai de naissance de celui-ci.

Un chaton né en milieu de mise-bas (pourcentage de rang = 50%) avait un délai moyen de naissance de 47 ± 74 minutes (n=286) alors que celui d'un chaton né en dernier (pourcentage de rang =100%) était de 66 ± 115 minutes (n=452).

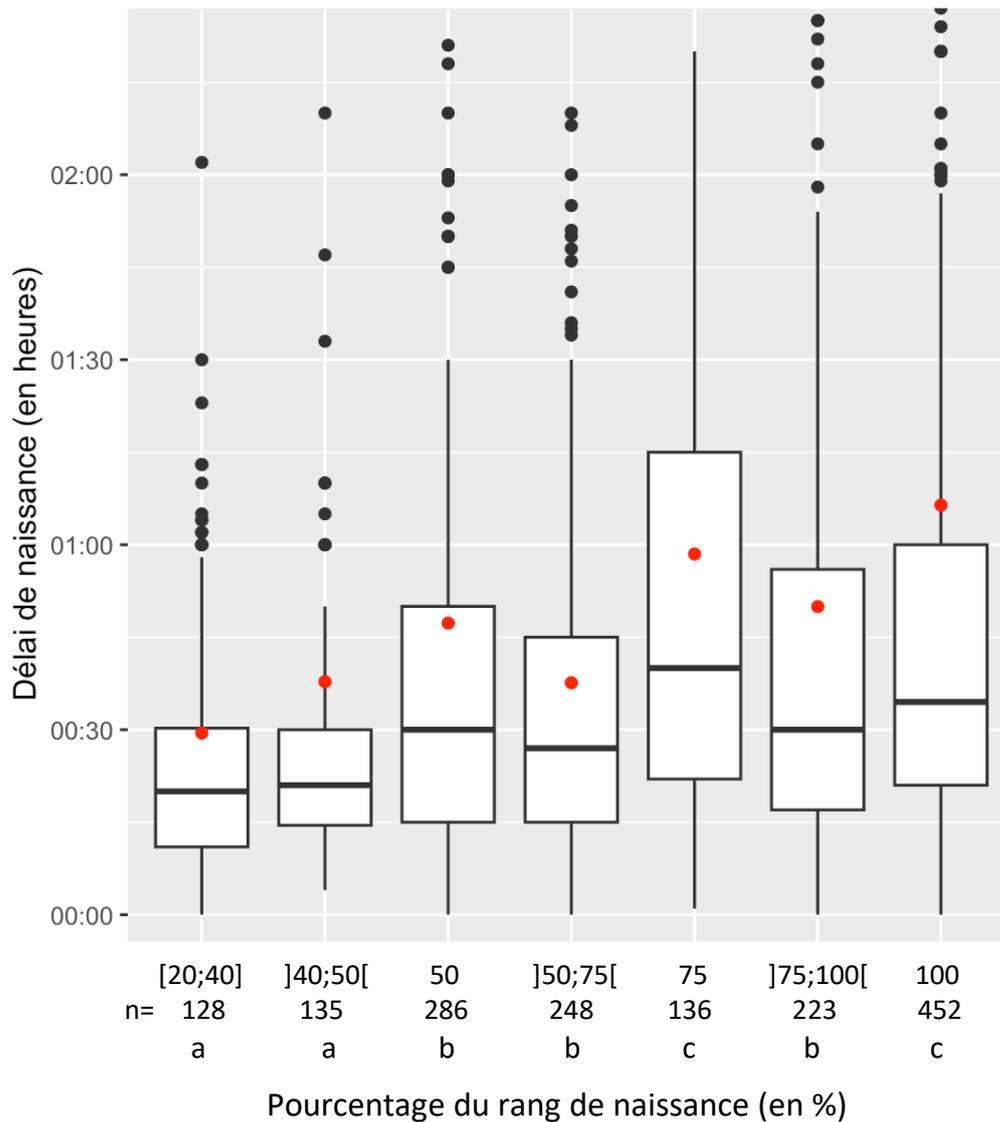


Figure 31 : Délai de naissance en fonction du rang de naissance (n=1608)

Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissances en fonction du pourcentage de rang de naissance des chatons.

Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour la taille de portée considéré

Les colonnes portant des lettres différentes sont significativement différentes

d) Le poids de naissance

Le poids de naissance moyen sur notre échantillon de chatons pour lesquels il était possible d'étudier l'influence du délai de naissance était de 101 ± 20 grammes (n=1526 ; minimum = 44 ; maximum = 170).

Environ 80 % des chatons de cet ensemble de données avaient un poids de naissance entre 80 et 130 grammes.

Une différence significative de délai moyen de naissance en fonction du poids de naissance des chatons a été mise en évidence ($p=0,03, <0,05$; Test de Kruskal-Wallis ; Figure 32).

Le délai de naissance moyen des chatons pesant moins de 90 grammes à la naissance était de 49 ± 97 minutes, de 49 ± 67 minutes pour les poids allant de 90 à 120 grammes contre 43 ± 54 minutes pour les poids de naissance supérieurs à 120 grammes.

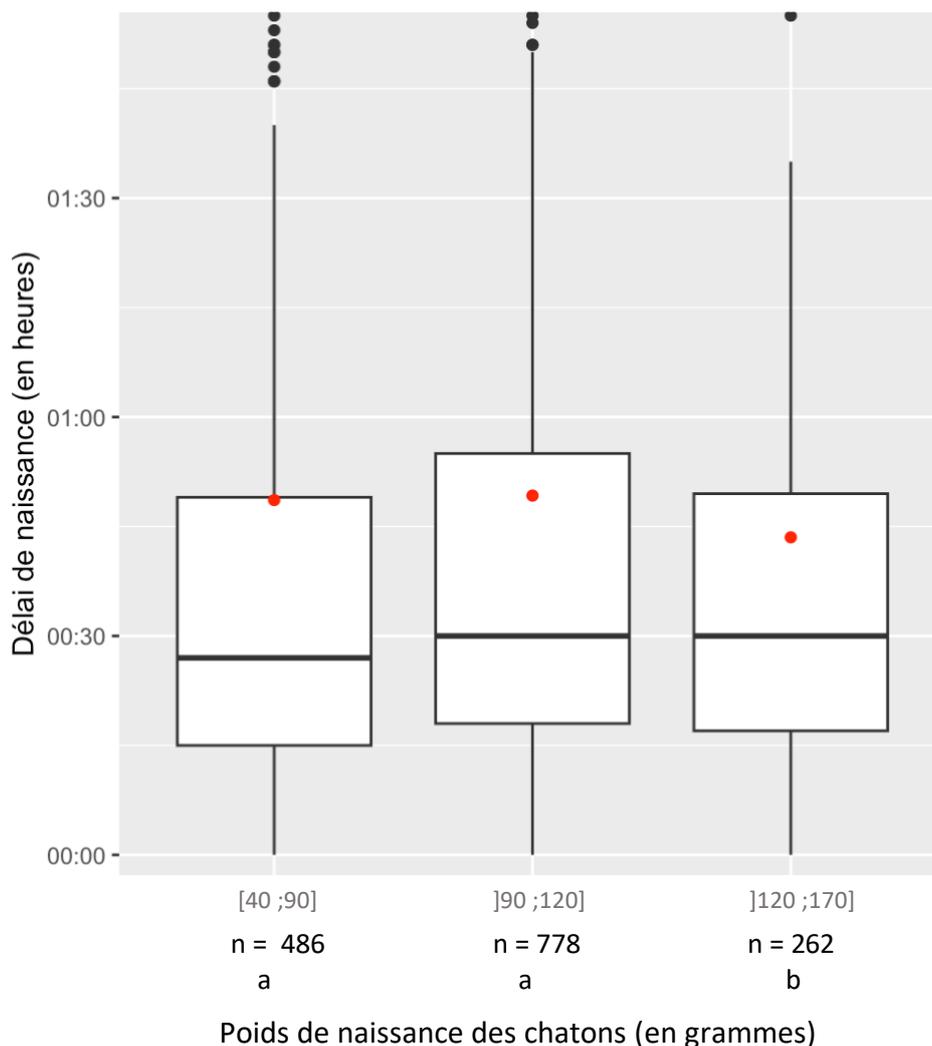


Figure 32 : Répartition du délai de naissance en fonction du poids de naissance (n=1526)

Les points rouges correspondent aux moyennes de délai de naissance en fonction du poids de naissance des chatons.

Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour le poids de naissance considéré

Les colonnes portant des lettres différentes sont significativement différentes

b. Analyse multivariée

Les facteurs ne présentant pas de $p_{\text{value}} < 0,05$ ont été écartés du modèle.

Le modèle retenu comprenant les facteurs ayant un impact sur la durée de mise-bas était le suivant :

Délai de naissance ~ *Âge mère + Taille de la portée + Sexe + Statut morts.né*
+ *Rang de naissance + Poids de naissance*
+ *Interactions entre facteurs*

Seuls les chatons pour lesquels les données correspondant aux 6 facteurs étaient disponibles ont été inclus dans le modèle, soit 1328 chatons.

Le modèle multivarié appliqué expliquait 40 % de la variabilité du délai de naissance.

Seuls, les facteurs « Rang de naissance », « Taille de la portée » et « Statut mort-né » avaient une influence significative sur le délai de naissance dans le modèle ($p_{\text{value}} < 2,2e-16$, $p_{\text{value}} = 1e-06$ et $p_{\text{value}} = 3e-06$ respectivement).

Les interactions significatives sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Interactions significatives dans le modèle du délai de naissance

Interactions	p_{value}
Poids de naissance x Taille de la portée	0,005
Rang de naissance x Statut mort-né	0,0002
Taille de la portée x Statut mort-né	0,0003
Taille de la portée x Âge de la mère	2e-06
Sexe x Âge de la mère	0,006
Statut mort-né x Âge de la mère	2e-09

3. Conséquences sur la santé néonatale

a. *Mortinatalité*

1) A l'échelle du chaton

Le taux de mortinatalité était influencé par le délai de naissance à l'échelle des chatons ($p_{\text{value}} = 0,0003, <0,05$).

Le taux de mortinatalité était de $2 \pm 12 \%$ pour les délais de naissance courts (≤ 40 minutes) contre $4 \pm 18 \%$ pour les délais de naissance longs (>40 minutes).

2) A l'échelle de la portée

En comparant les probabilités de présence d'au moins un mort-né dans la portée selon les délais moyen de naissance par portée, on ne trouvait pas de différence significative ($p_{\text{value}} = 0,1, >0,05$).

b. *Mortalité néonatale*

1) A l'échelle du chaton

Après retrait des chatons mort-nés, des chatons n'ayant pas de délai de naissance et des chatons n'ayant pas leur statut (mort/vivant) à J21 complété, 1497 chatons restaient disponibles pour étudier la mortalité néonatale en lien avec le délai de naissance du chaton.

Sur ces 1497 chatons, 141 sont morts entre J0 et J21, soit 8,8% (Tableau 8).

Aucun effet significatif du délai de naissance sur la probabilité de mortalité d'un chaton sur les différentes périodes néonatales (J0-J2, J3-J7 et J7-J21) n'a été mis en évidence. Cependant, une différence significative a été mise en évidence sur la période globale allant de J0 à J21 (Tests de Kruskal-Wallis).

Afin de faciliter l'analyse, nous avons réalisé un nouveau test simplifié en définissant uniquement deux classes de délai de naissance : la première considérée comme un délai court (≤ 40 minutes ; $n = 989$) et la deuxième associée à un délai long (> 40 minutes ; $n = 501$). La comparaison des probabilités de mortalité entre ces deux classes n'avait pas montré de différence significative ($p_{\text{value}} = 0,8, > 0,05$). Ce nouveau test nous faisait conclure à une absence d'effet du délai de naissance sur la mortalité entre J0 et J21.

Tableau 8 : Répartition de la mortalité sur la période néonatale (entre J0 et J21) pour les chatons comprenant un délai de naissance

Période de vie	Nombre de morts	Taux de mortalité (sur le nombre de chatons vivants au début de la période)	p _{value} Statut ~ délai naissance
J0-J2	44	3,0 % (sur 1497)	0,06
J3-J7	48	3,3 % (sur 1453)	0,09
J8-J21	39	2,8 % (sur 1414)	0,07
J0-J21	141	8,8 % (sur 1497)	0,02*

* Valeur significative (<0,05)

2) A l'échelle de la portée

En comparant les probabilités de présence d'au moins un chaton mort entre J0-J21 dans la portée selon les délais moyen de naissance, aucune différence significative n'a été mise en évidence (p_{value} = 0,7, >0,05).

c. Croissance néonatale

1) Taux de croissance entre J0 et J2

Le délai de naissance présentait un effet significatif sur le taux de croissance entre J0 et J2 (p_{value} = 0,0008, <0,05, test de Kruskal-Wallis ; Figure 33).

Après mise en classe, les taux moyens de croissance étaient significativement différents (p_{value} = 0,0005, <0,05) 20 ± 13 % pour les délais de naissance courts contre 22 ± 13 % pour les délais de naissance longs.

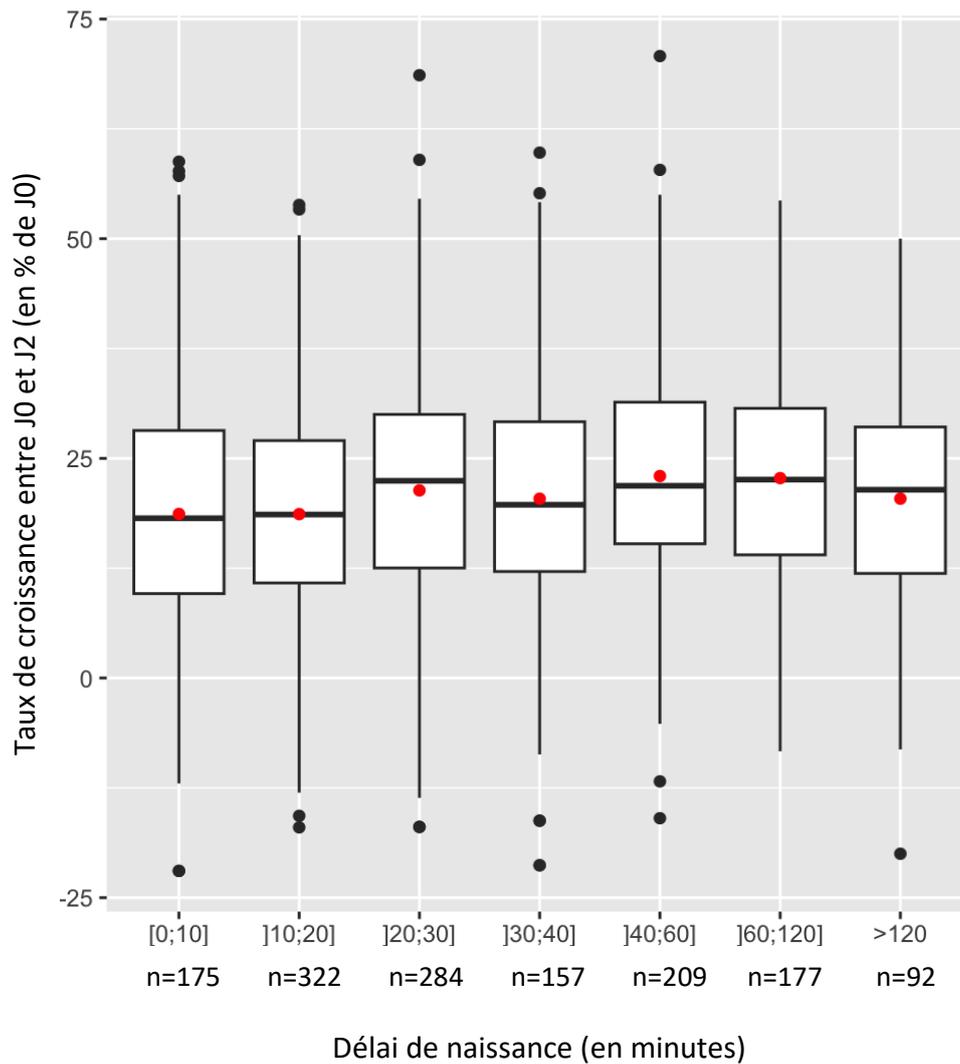


Figure 33 : Taux de croissance entre J0-J2 en fonction du délai de naissance (n=1416)
 Les points rouges correspondent aux taux moyens de croissance entre J0 et J2 selon l'intervalle de délai de naissance.
 Les chiffres sous chaque colonne correspondent à l'effectif de portées pour le délai de naissance considéré.

2) Taux de croissance entre J2-J7, J7-J21 et J0-J21

Le délai de naissance n'avait pas d'effet sur la croissance des chatons entre J2-J7 ($p_{\text{value}}=0,2$), J7-J21 ($p_{\text{value}}=0,6$) et J0-J21 ($p_{\text{value}} = 0,5, >0,05$).

IV. La durée cumulée de naissance

La durée cumulée de naissance correspondait à l'intervalle de temps écoulé entre l'expulsion du premier chaton de la portée et celle du chaton étudié.

1. Valeur de la durée cumulée de naissance

La durée cumulée moyenne était de 116 ± 164 minutes (médiane = 75 minutes, IQR= 99 minutes). La durée cumulée s'étalait entre 0 et 1402 minutes.

La répartition des durées cumulées était décroissante (Figure 34).

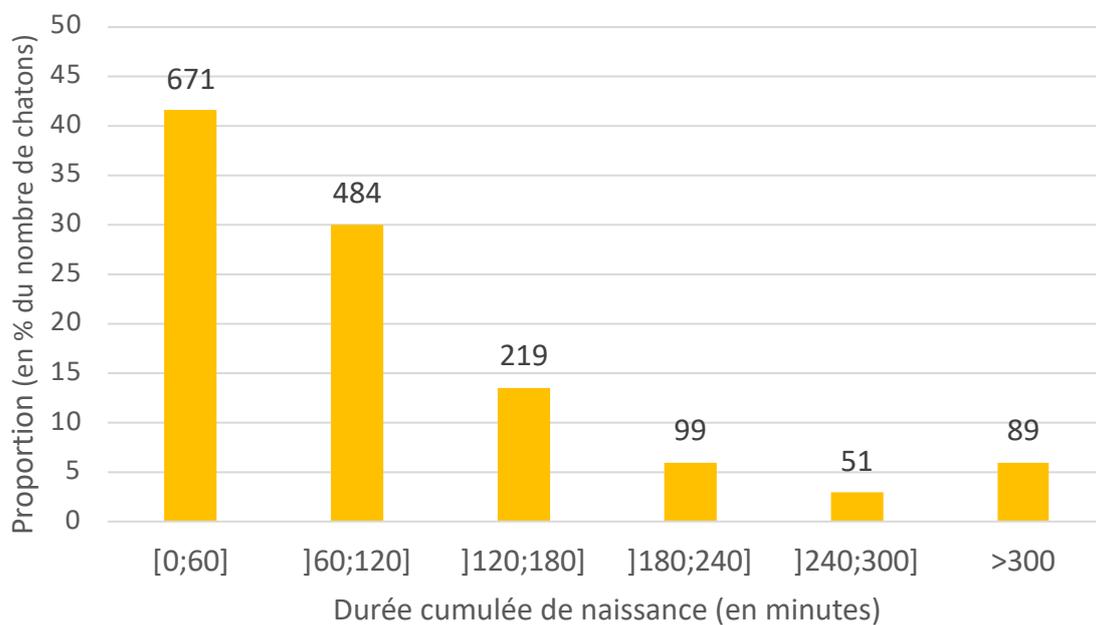


Figure 34 : Distribution de la durée cumulée de naissance (n=1613)

Les nombres indiqués au-dessus des barres correspondent aux effectifs de chatons associés à la classe de durée cumulée de naissance.

2. Conséquence sur la santé néonatale

a. Mortinatalité

Le statut mort-né était impacté par la durée cumulée de naissance d'un chaton ($p_{\text{value}} = 9e-08, < 0,05$; Test de Kruskal -Wallis)

En effet, 20% des chatons ayant une durée cumulée de plus de 5 heures étaient nés morts, contre 3% chez les chatons avec une durée cumulée inférieure ou égale à une heure.

b. Mortalité néonatale

Le statut des chatons nés vivants n'était pas influencé par la durée cumulée de naissance sur les périodes J0-J2, J8-J21 et J0-J21 ($p_{\text{value}} = 0,7$ sur J0-J2, $p_{\text{value}} = 0,6$ sur J8-J21 et $p_{\text{value}} = 0,7$ sur J0-J21 soit toutes supérieures à 0,05 ; tests de Kruskal-Wallis).

Cependant, sur la période de J3 à J7, une différence significative était ressortie avec $p_{\text{value}} = 0,007$ ($<0,05$; test de Kruskal-Wallis) ; 7% des chatons avec une durée cumulée de plus de 5 heures étaient morts entre J3 et J7 contre 3% pour les chatons ayant une durée cumulée inférieure ou égale à une heure.

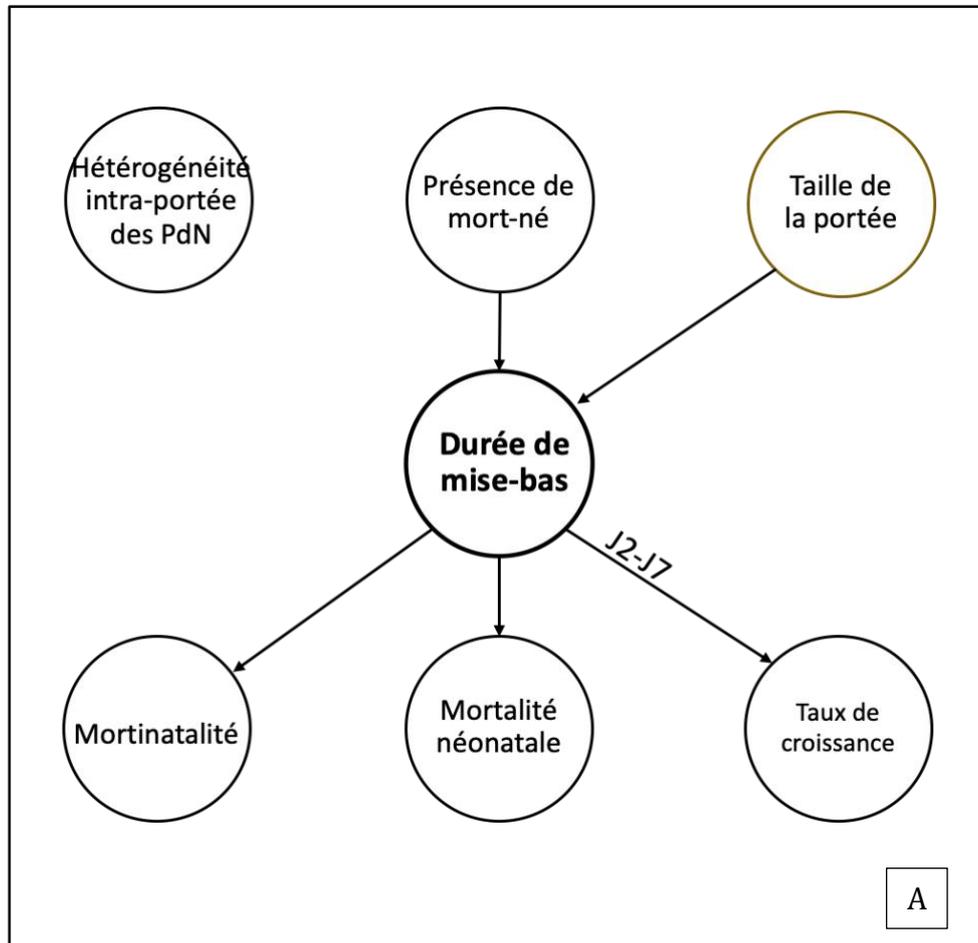
c. Croissance néonatale

La durée cumulée n'avait pas d'influence sur la croissance des chatons sur les périodes néonatales ($p_{\text{value}} = 0,2$ entre J0-J2, $p_{\text{value}} = 0,7$ entre J2-J7, $p_{\text{value}} = 0,1$ entre J7-J21 et $p_{\text{value}} = 0,5$ entre J0-J21 donc tous supérieurs à 0,05 ; tests de Kruskal-Wallis).

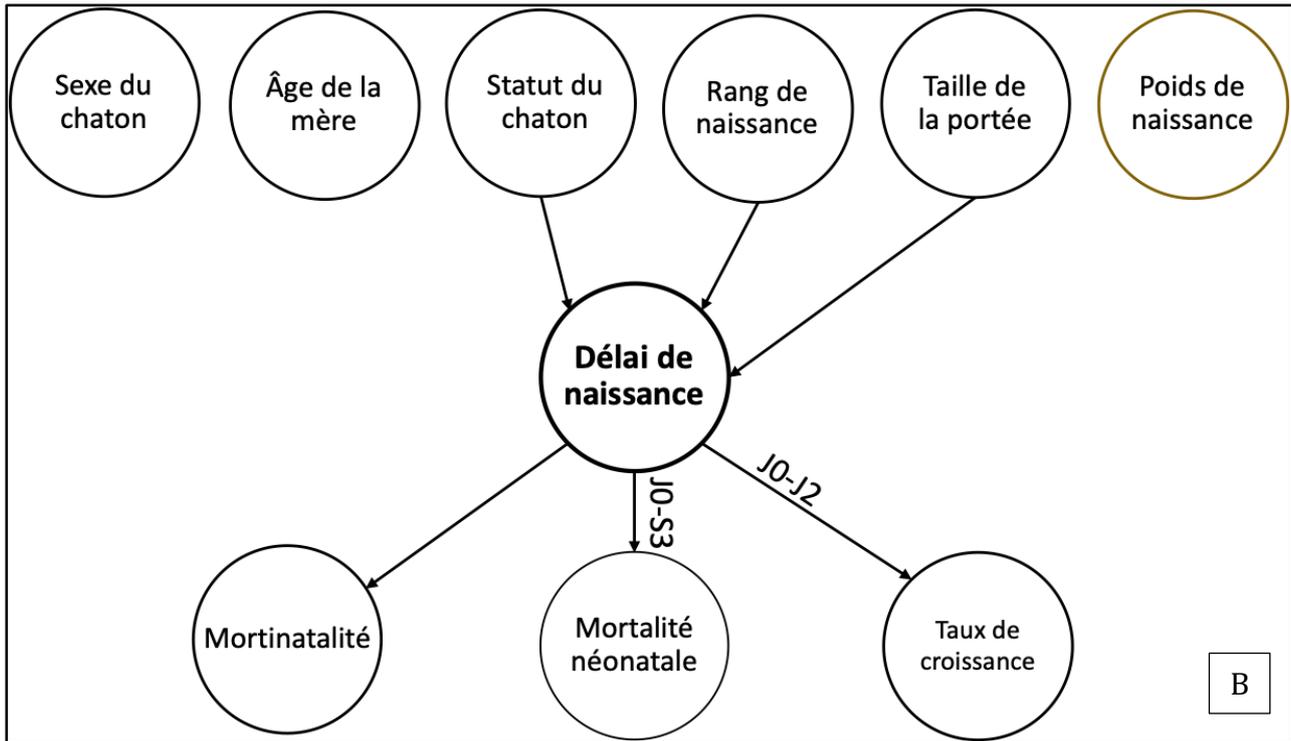
V. Bilan des résultats de l'étude

Les résultats significatifs ont été regroupés et résumés par la Figure 35 qui suit.

A. Durée de mise-bas



B. Délai de naissance



C. Durée cumulée de naissance

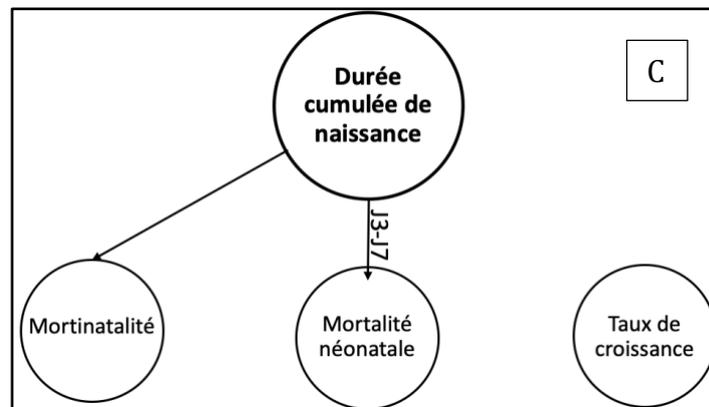


Figure 35 : Bilan des résultats de l'étude
Les flèches représentent les relations significatives mises en évidence

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de caractériser le déroulement de la mise-bas ainsi que son impact sur la santé néonatale. Pour ce faire, l'étude a été basée sur un questionnaire diffusé aux éleveurs félines français sur une année (Mars 2022 à Avril 2023).

I. Limites de l'étude

1. Collecte des données

La récolte des données s'est faite sur la base du volontariat. Celles-ci pouvaient donc être incomplètes ou incorrectes. Les éleveurs ont pu oublier la présence de chatons morts à la naissance ou au cours de la croissance s'ils les enlevaient de leurs fichiers par exemple. Des heures de naissance pouvaient aussi être marquées *a posteriori* et donc être imprécises ou même fausses. Néanmoins, ces données étant spontanément enregistrées par les éleveurs au cours des années pour leurs propres statistiques, ceux-ci n'avaient pas d'intérêt à les fausser.

Cette étude s'est voulue la plus prospective possible avec le questionnaire disponible pendant un an pour les éleveurs, qui pouvaient alors renseigner au cours de cette année leurs nouvelles portées au fur et à mesure.

Cependant, l'étude acceptant les portées depuis l'année 2000, les portées nées sur la période d'ouverture du questionnaire (20 mars 2022 au 15 avril 2023) ne correspondaient qu'à 22,3 % des portées totales de l'étude. Une majorité de l'étude restait donc rétrospective avec des données qui n'avaient pas été enregistrées par les éleveurs pour compléter ce questionnaire spécifique.

De plus, certaines de nos données étaient plus ou moins précises. Par exemple, il était visible que de nombreux éleveurs avaient complété une heure de naissance arrondie à la dizaine de minutes voire à l'heure près.

2. Représentativité de notre population

La représentativité de notre population a été étudiée par plusieurs facteurs : l'effectif de la population, les races et les biais d'élevages. L'objectif était d'évaluer si la population de notre étude était représentative de la population de chats de race en France.

a. L'effectif

Notre étude regroupait un effectif de 2068 chatons, issus de 454 portées et de 282 mères différentes.

L'effectif de notre étude était de grande taille en comparaison à d'autres études portant sur la reproduction féline telles que celles de Root et al. (1995), Gatel et al. (2011), Musters et al. (2011) ou encore celle de Socha et al. (2019) (Tableau 9).

Mais il était de taille moindre comparé aux études de Sparkes et al. (2006), Mugnier et al (2022) et plus particulièrement par rapport à celle de Fournier et al (2017).

Tableau 9 : Taille des populations incluses dans les études de reproduction féline

Référence	Nombre de chatons dans l'étude	Nombre de portées dans l'étude	Nombre de mères dans l'étude
Notre étude	2 068	454	282
Sparkes et al (2006)	4 819	1056	*
Mugnier et al (2022)	3 547	932	*
Ström Holst et al (2009)	*	972	972
Fournier et al (2016)	28 065	7 075	5 303
Root et al (1995)	*	15	14
Musters et al (2011)	887	*	197
Gatel et al (2011)	140	*	24
Socha et al (2019)	279	52	35

* Valeur non disponible

Le mode de collecte particulier de Fournier et al (2016) expliquait les effectifs importants de leur étude. En effet, les données ont été extraites directement d'un logiciel de gestion d'élevage et ne nécessitaient pas, contrairement à notre étude, de contribution active (envoi) de la part des éleveurs.

Entre les années 2003 et 2022, Le LOOF a édité 646 774 pedigrees (que l'on peut considérer comme des déclarations de naissance de chatons de pure race). Sur cette période, notre étude comprenait 1937 chatons nés, soit 0,3% de ceux enregistrés par le LOOF sur cet intervalle de temps. Cette proportion nous permettait de questionner la réelle représentativité de notre population (0,7% si l'on compare uniquement l'année 2022).

b. Le facteur race

L'étude de Socha et al. (2019) était la seule impliquant une seule race (Tableau 10). D'autres études telles que celles de Root et al. (1995) ainsi que Ström Holst et Frössling (2009) comprenaient des chats dits « européens » donc n'appartenant pas à une race spécifique et ne venant pas d'un élevage.

Les autres études étaient multiraciales allant de 11 à 45 races différentes. Notre étude comptait 24 races différentes en tout.

Un effet race a été mis en évidence sur la taille des portées (Sparkes et al., 2006 ; Mugnier et al., 2022) ainsi que sur les poids de naissance des chatons (Sparkes et al., 2006 ; Gatel et al., 2011 ; Mugnier et al., 2022).

L'étude de Sparkes et al. (2006) avait de même mis en évidence un effet race sur la mortalité des chatons.

Néanmoins, Musters et al. (2011) ont mis en évidence dans leur recherche une absence d'effet race sur l'intervalle de naissance entre chaque chaton.

Tableau 10 : Nombre de races de chats dans les études traitant de la reproduction féline.

Référence	Nombre de races dans l'étude
Root et al., 1995	(Domestic cat)
Sparkes et al., 2006	14
Ström Holst et al., 2009	13 (+Domestic cat)
Musters et al., 2011	29
Gatel et al., 2011	11
Fournier et al., 2016	45
Socha et al., 2019	1 (Maine Coon)
Mugnier et al., 2022	15

Une analyse globale sans prendre en compte l'effet race a été privilégiée dans notre étude. L'objectif était d'analyser cette population comme un reflet de la population française des élevages reproducteurs félines. D'autre part, l'effectif total, bien qu'important, ne permet pas d'étudier l'effet de la race.

Bien que notre population ne représentait que 0,3% des pédigrées étudiés par le LOOF, sa composition raciale était semblable à celle recensée par le LOOF. Si l'on compare les dix races félines les plus enregistrées par le LOOF entre 2003 à 2022 (Tableau 11, Annexe 2), huit étaient aussi dans les dix races les plus représentées de notre étude. Le Maine Coon restait la race la plus représentée avec 28,5 % dans notre population (contre 27,4 % dans les statistiques du LOOF de délivrance de pédigrées au niveau national).

Le Nebelung et le Mau Egyptien sont surreprésentés dans notre étude par rapport aux pédigrées délivrés par le LOOF. Ceci s'explique par la contribution de quelques élevages de ces deux races qui avaient transmis de nombreux registres de portées. Cela représente donc un biais à la représentativité globale de notre population.

Tableau 11 : Comparaison des pourcentages des 10 races les plus présentes en France selon les statistiques du LOOF entre 2003 et 2022 comparées à leur pourcentage dans notre étude (d'après les données du LOOF, www.loof.fr)

	Rang et proportion des pedigrees enregistrées par le LOOF entre 2003 et 2022 (en %)		Rang et statistiques des chatons dans notre étude (en %)	
Maine Coon	1	27,4	1	28,5
Sacré de Birmanie	2	12,8	3	8,5
Persan	3	11,2	6	5
Chartreux	4	6,7	16	1,1
Bengal	5	6,5	7	4,6
British Shorthair	6	5,9	2	9,6
Ragdoll	7	5	18	1,1
Norvégien	8	4,5	9	3,2
Sibérien	9	2,5	4	8,5
British Longhair	10	1,6	5	7,1

c. Les élevages

145 élevages ont répondu à notre questionnaire et ont permis de former notre base de données. Certains élevages ont fourni un nombre conséquent de données avec notamment un élevage qui avait envoyé les informations sur 55 portées. Quelques élevages ont fourni plus de vingt portées (3%) même si la majorité (63%) a complété le questionnaire pour une unique portée (Tableau 12).

Ces résultats expliquaient la distribution de certaines races non conforme aux statistiques du LOOF sur les dernières années (avec par exemple la prévalence du Nebelung et du Mau Egyptien peu représentés dans la population de chats de race en France).

Cela donnait aussi lieu à des biais causés par les différentes conduites d'élevage pouvant être très différentes entre les élevages félines français.

Pour limiter ce biais, il aurait fallu limiter le nombre de réponses par élevage (idéalement une seule réponse). Mais cette limitation aurait impacté le nombre final de réponses.

Une autre option serait de s'intéresser à un unique grand élevage. Mais ce modèle est difficile à appliquer en élevage félin, les élevages restant principalement familiaux dans cette filière. En 2022, moins de 250 élevages français rapportaient avoir plus de 10 portées par an selon le LOOF (Annexe 3).

Tableau 12 : Distribution du nombre de réponses fourni par les élevages (n=145)

Nombre de réponses fournies par élevage	Nombre d'élevages (%)
1	92 (63%)
]1 ; 5[36 (25%)
[5 ; 20[13 (9%)
≥ 20	4 (3%)

3. Conception des paramètres

a. *Définition des types de durées*

Les mammifères domestiques présentent une mise-bas en trois temps (Ström Holst, 2022) :

- Stade I : début des contractions utérines, dilatation du col
- Stade II : expulsions des chatons (entre le premier chaton expulsé et le dernier de la portée)
- Stade III : expulsion des placentas associés aux chatons.

Dans notre étude, nous avons uniquement défini la mise-bas par la durée du stade II sans inclure le stade I. La détection du stade I de la mise-bas est difficile, inclure ce stade aurait donc amené de nombreux biais. En effet, les changements de comportement et les contractions abdominales de la mère peuvent être discrets.

Cependant, il est fortement probable que cette première phase de la mise-bas ait un impact sur la santé et la survie des chatons par la suite. Il s'agit d'un temps où les chatons subissent un stress et des contraintes physiques pouvant par la suite affecter les nouveau-nés. Cette période a déjà été étudiée dans une étude (Sparkes et al., 2006 sur 843 portées) qui a conclu que 80% des mères avaient un stade I de moins de deux heures. L'étude n'a

cependant pas étudié de lien entre le déroulement du stade I et son impact sur le stade II ou encore la santé des chatons.

Tenir compte du stade I permettrait d'étudier l'impact du temps écoulé entre l'ouverture du col et l'heure d'expulsion du premier chaton. Afin de définir le moment de dilatation du col, l'usage de l'échographie, donc d'une assistance vétérinaire, serait nécessaire. Au-delà de l'intérêt biologique, ce type d'information aurait un intérêt pratique limité pour les éleveurs.

De plus, les mises-bas avec chaton unique ont été exclues puisqu'il n'était pas possible de calculer une durée de mise-bas. La prise en compte du stade I aurait permis d'inclure ces portées.

Notre questionnaire ne comprenait aucune question s'intéressant au déroulement de la gestation. Or, la durée de gestation est un facteur qui aurait pu être pris en compte parmi les facteurs de variation du déroulement de la mise-bas. En effet chez le porc, Van Dijk et al. (2005) ont mis en évidence qu'une diminution du temps de gestation est associée à une augmentation de la durée de mise-bas (indépendamment de la taille de la portée).

b. Condition d'exclusion des paramètres

Les mises-bas ayant nécessité une césarienne ont été écartées de cette étude. En effet, la durée totale de la mise-bas ne pouvait pas être calculée et l'intervention était susceptible de modifier la survie et la croissance des chatons (Romagnoli et al., 2019 ; Zakošek Pipan et al., 2020). Selon, Romagnoli et al. (2019) le taux de mortinatalité est 3 fois plus important en cas de césarienne avec ensuite un taux de mortalité néonatale multiplié par 1,8.

Certaines mises-bas ont pu inclure une intervention de l'homme (injection d'ocytocine, traction du fœtus) sans pour autant nécessiter une césarienne. Cela aurait permis de caractériser les mises-bas sans aide « facile » et avec aide « difficile ». Mais ces facteurs n'avaient pas été enregistrés.

II. Résultats

1. Déroulement de la mise-bas

a. *Durée totale de mise-bas*

La durée de mise-bas moyenne de notre étude était de 182 ± 186 minutes (médiane = 130 minutes). Ce résultat était en accord avec les données présentes dans la littérature où les durées de mise-bas sont majoritairement inférieures à 6h : 85,7 % de 858 portées (Sparkes et al., 2006) ,99,3% de 52 portées (Socha et al., 2019), contre 91% dans notre étude. Root et al. (1995) observait une durée de parturition moyenne de $16,1 \pm 14,3$ heures pour 7 portées. Cette différence pourrait s'expliquer par le faible effectif et la possible prise en compte des autres stades de la mise-bas dans cette étude (la définition de la durée de mise-bas n'a pas été développée dans cet article).

La littérature décrit une grande variabilité de la durée de mise-bas, pouvant dans de rares cas dépasser les 24 heures sans pour autant être pathologique. Sparkes et al. (2006) rapportent moins de 2% de mises-bas de plus de 24 heures ; dans notre étude aucune mise-bas ne dépassait 24 heures (maximum de 23h et 8 minutes).

b. *Délai de naissance*

Les chatons de notre étude présentaient un délai de naissance moyen de 52 ± 90 minutes (médiane = 30 minutes). La littérature montre là encore une grande variabilité (Tableau 13).

Tableau 13 : Comparaison des intervalles de délai de naissance dans la littérature

Source	Médiane	Minimum et maximum du délai de naissance	Effectif
Notre étude	30 minutes	0 - 1045 minutes	1612
Sparkes et al., 2006	Moins d'une heure	<1h - > 48h	1001
Musters et al., 2011	30 minutes	2 - 343 minutes	535
Socha et al., 2019	43 minutes	2 - 295 minutes	279

c. Durée cumulée de naissance

La durée cumulée moyenne de naissance était de 116 ± 164 minutes (médiane = 75 minutes, minimum : 0 minute et maximum : 1402 minutes). Aucune donnée n'est disponible dans la littérature à ce jour pour l'espèce féline, ni pour les autres espèces.

L'intérêt de cette variable était de prendre en compte le temps du chaton passé dans l'utérus après le commencement de la mise-bas et ainsi prendre en compte ce temps pendant lequel il est soumis à des contractions utérines dans l'étude des conséquences post-partum sur le chaton.

2. Facteurs de variation

a. Facteurs maternels

1) Âge de la mère

Notre étude a mis en évidence un effet de l'âge de la mère sur le délai de naissance du chaton, ce dernier augmentant avec une augmentation de l'âge de la mère.

Dans notre étude, les mères ayant moins d'un an présentaient des données modifiées par la présence d'une valeur extrême de délai de naissance. L'étude de ce groupe était donc difficilement interprétable.

L'âge moyen de la mère dans notre étude était de $2,7 \pm 1,7$ années (minimum – maximum : 0,6 – 8,5 ans). Cette valeur est en accord avec les données que l'on retrouve dans la littérature avec des moyennes d'âge avoisinant les 3 ans ($2,8 \pm 1,7$ ans pour Sparkes et al., 2006 ; 2,7 ans pour Fournier et al., 2017 ; 3,3 ans pour Holst et al., 2017).

Une corrélation positive entre l'âge de la mère et le poids de naissance des chatons a déjà été évoquée (Mugnier et al., 2022). Or, notre population ne comprenait que 8% de mère âgées de 6 ans et plus ce qui rendait impossible l'évaluation de l'effet du vieillissement. Selon Borge et al. (2011), le vieillissement de la mère chez la chienne est à l'origine d'une diminution significative de la taille de la portée (facteur mis en évidence dans notre étude comme influençant le déroulement de la mise-bas).

Un impact de l'âge de la mère sur le déroulement de la mise-bas n'a pas été mis en évidence chez la chatte avant nos résultats. Un effet de l'âge de la mère a été mis en

évidence chez le chien (Gill, 2001) avec en moyenne un délai de naissance multiplié par 4 entre une mère de moins d'un an et une de 9 ans.

On trouvait un lien significatif entre l'âge de la mère et le délai de naissance (uniquement avec l'analyse univariée) mais pas avec la durée de mise-bas. Cela aurait pu s'expliquer par une taille de portée diminuant avec l'âge de la mère qui expliquerait l'absence d'impact sur la durée de mise-bas totale. Cependant, ce lien n'a jamais été mis en évidence dans la littérature chez le chat. Il a seulement été prouvé chez la chienne (Chastant-Maillard et al., 2017).

2) Parité de la mère

La parité a été peu abordée dans cette étude, étant donné la corrélation mise en évidence avec l'âge de la mère et la proportion de données manquantes.

La parité moyenne était de $1,2 \pm 1,4$ (médiane de 1 ; minimum : 0 ; maximum : 6), comparable aux données d'autres études (Musters et al., 2011). Le pourcentage de mères primipares était de 42% similaire au 39,6% de l'étude de Sparkes et al. (2006), mais bien inférieur au 80% de Root et al. (1995) qui était cependant basé sur un faible effectif (n=14).

L'effet de la parité sur le déroulement de la mise-bas n'a pas été étudié dans l'espèce féline. Chez le porc aucune influence de la parité sur la durée de mise-bas n'a été mise en évidence (Dijk et al., 2005 ; Schild et al., 2019 ; Nam et Sukon, 2020).

b. Facteurs liés à la mise-bas

La saison et le moment de la mise-bas dans la journée n'avaient pas d'effet direct sur la durée de mise-bas ou le délai de naissance.

Cette absence de corrélation était probablement due au mode d'élevage des chats, principalement en intérieur sans accès extérieur, avec une gestion d'élevage identique tout au long de l'année. Selon un questionnaire du LOOF, environ 60% des élevages se situaient en 2011 dans l'habitation des éleveurs avec une surface dédiée limitée, moins de 200 m² pour 80% d'entre eux (Annexe 4 ; LOOF, 2011).

L'impact du moment de mise-bas dans la journée sur le déroulement de la mise-bas n'a jamais été étudié à notre connaissance dans de précédentes études dans l'espèce féline ni pour d'autres espèces (chien, porc).

c. Facteurs liés à la portée

La taille de la portée moyenne dans les différentes études disponibles se situait autour de 4 chatons (3,7 pour Root et al., 1995 ; $4,6 \pm 1,7$ par Sparkes et al., 2009 ; $4,2 \pm 1,7$ pour Mugnier et al., 2011 ; $3,7 \pm 1,8$ pour Keiser et al., 2016). Dans notre étude, la moyenne se situait à $4,5 \pm 1,5$ chatons par portée.

La durée de mise-bas et le délai de naissance sont influencés par la taille de la portée (analyse univariée et multivariée).

Il était difficile d'interpréter les résultats obtenus pour les deux dernières tailles de portée qui avaient de faibles effectifs (12 portées de 8 chatons et 4 portées de 9 chatons).

La durée de mise-bas augmentait avec la taille de la portée. Cette corrélation semblait logique avec le fait qu'un grand nombre de chatons prenaient globalement plus de temps à sortir que lors d'une petite portée. Des observations similaires ont été mises en évidence chez la chienne (Gill, 2001) et chez la truie (Schild et al., 2019).

La durée moyenne de mise-bas pour une portée de 5-6 chatons était 1,5 fois plus longue que celle d'une petite portée de 2-3 chatons.

L'effet sur le délai de mise-bas était inverse ; une augmentation de la taille de la portée était associée à une diminution du délai de naissance. Le délai moyen de naissance était divisé par 1,8 entre les portées de 2 à 3 chatons et celles de 5 à 6 chatons. Une hypothèse de ce résultat pourrait être une pression utérine moins importante en cas de petite portée ralentissant l'expulsion des chatons. Le délai de naissance augmentait avant le rang de naissance mais cela ne compensait pas le délai moyen sur la portée.

La truie présente aussi un délai de naissance diminué par une augmentation de la taille de la portée (Vallet et al., 2010). Chez le chien, certains résultats sont en accord avec notre étude (Schiebel, 2020).

d. Facteurs individuels

1) Sexe du chaton

Le sex-ratio de l'étude était de 1,08, similaire aux données scientifiques (1 pour Root et al., 1995 ; 1,2 pour Musters et al., 2010 ; 1,1 pour Mugnier et al., 2019).

Le sexe du chaton n'avait pas d'influence sur le délai de naissance. Musters et al. (2010) ont aussi mis en évidence une absence d'influence du sexe sur le délai de naissance.

Chez la chienne, de manière similaire, une corrélation n'a pas été établie entre le déroulement de la mise-bas et le sexe de chiot (Gill, 2001). Des données équivalentes étaient disponibles chez la truie (Bories, 2010).

2) Rang de naissance

Dans notre étude, le délai de naissance augmentait avec le rang de naissance. En effet, le délai de naissance moyen passait de 30 minutes pour le chaton né en deuxième à 47 minutes pour un chaton de milieu de portée, soit 60% plus élevé. Entre le chaton de milieu de portée et le dernier de la portée, le délai moyen était aussi augmenté de 40%.

L'hypothèse de la fatigue de la mère, les taux hormonaux fluctuants (ocytocine, relaxine, prostaglandines) et l'espace vide utérin sur la fin de la mise-bas sont principalement évoqués pour expliquer ces résultats chez la truie (Islas Fabilat et al., 2018).

En 2001, Gill avait mis en évidence une diminution du délai de naissance jusqu'au 5^{ème} chiot puis une inversion de la tendance avec une augmentation du délai, contrairement à nos résultats en faveur d'une augmentation progressive du délai de naissance avec le rang de naissance (Figure 31). Des hypothèses de fatigue de la mère et d'atonie utérine ont été évoquées pour expliquer ces résultats.

Chez la truie, de multiples études ont mis en évidence une augmentation anormale du délai de naissance sur le dernier porcelet de la portée (Van Rens et Van Der Lende., 2004 ; Vallet et al., 2010). Chez la chienne, le dernier chiot quel que soit la taille de la portée présentait aussi un délai de naissance plus long que le reste de la portée (Gill, 2001). De plus, le rang de naissance influençait aussi la mortinatalité. En effet, le dernier-né de la

portée était plus à risque d'être mort-né chez les chiots et les porcelets (truie : Vallet et al., 2010 ; chienne : Cornelius et al, 2019)

Une interaction entre le rang de naissance et la mortinatalité avec un effet significatif sur le délai de naissance a aussi été mise en évidence dans notre étude. Si l'on se penche sur l'interaction entre rang de naissance et mortinatalité, nos résultats montrent un pourcentage de rang de naissance moyen des mort-nés de 77% (n=86) contre 70% chez les chatons nés vivants (n=1507) avec une différence significative ($p=0,02$, $<0,05$).

3) Poids de naissance

Le poids de naissance moyen de notre étude était de $100,8 \pm 20,3$ grammes (médiane : 99 ; minimum : 39 ; maximum : 170). Ces valeurs sont cohérentes avec les valeurs retrouvées dans la littérature. La moyenne du poids de naissance du chaton était de $93,5 \pm 19,8$ grammes allant de 30 à 170 grammes pour Sparkes et al. (2006) ; 98 ± 18 grammes variant de 35 à 167 grammes pour Musters et al. (2011).

À l'échelle de la portée, le poids de naissance a été étudié à travers l'hétérogénéité des poids de naissance intra-portée. Ce facteur était significatif dans l'étude de la durée de mise-bas (uniquement à l'analyse univariée).

Aucun effet du poids de naissance sur le délai de naissance n'a été mis en évidence. Cependant, une interaction entre le poids de naissance et le statut du chaton a été mise en évidence comme ayant un impact sur le délai de naissance. La moyenne de poids de naissance des chatons mort-nés était de 85 grammes contre 101 grammes pour les nés vivants, cette différence est significative ($p=1.2 \cdot 10^{-5}$, $<0,05$). Mugnier et al. (2022) ont aussi montré que les chatons de portées contenant au moins un mort-né avaient des poids de naissance plus faibles que les autres (poids moyen de naissance de 95,2g contre 97,5 g pour les portées sans mort-nés). Les chatons de moindre poids ont une plus grande tendance à mourir à la naissance comme montré par Mugnier et al. (2022).

Chez la truie, l'augmentation du poids de naissance est un facteur augmentant aussi le délai de naissance (Van Rens et Van der Lende, 2004 ; Van Dijk et al., 2005). Le poids de naissance augmenté du porcelet impliquait probablement un volume plus important, rendant alors plus difficile la mise-bas et expliquant l'augmentation du délai de naissance

avec le poids. Chez le chien, Schiebel (2020) et Berro (2022) n'ont pas mis en évidence d'influence du poids de naissance sur le délai de naissance des chiots.

4) Mortinatalité

La mortinatalité de notre étude s'élevait à 5,2% avec 15,9% des portées qui comptaient au moins un mort-né. Dans la littérature scientifique, on trouve des données similaires variant de 4,7% à 12,5% de mortinatalité et un pourcentage de portées comprenant au moins un mort-né autour de 17% (Tableau 14).

Tableau 14 : Comparaison des données de mortinatalité chez le chat dans la littérature

Étude	Pourcentage de mortinatalité	Pourcentage de portées comprenant au moins un chaton mort-né
Notre étude	5,2%	15,9%
Root et al., 1995	4,7%	/
Sparkes et al., 2006	8,2 %	/
Musters t al., 2009	5,0%	/
Fournier et al., 2017	8,5%	18,2%
Socha et al., 2019	12,5%	/
Mugnier et al., 2022	/	18%

La présence d'au moins un mort-né dans la portée influençait significativement la durée de mise-bas dans notre étude ($5,0 \pm 5,4$ heures pour les portées avec au moins un mort-né contre $2,7 \pm 2,3$ heures).

A l'échelle du chaton, le statut de mort-né exerçait une influence significative directe sur le délai de mise-bas. En effet, le délai de mise-bas d'un chaton mort-né était en moyenne 2,5 fois plus élevé que celui d'un chaton né vivant (125 ± 208 minutes contre 47 ± 72 minutes). De plus, des interactions avec d'autres facteurs (rang de naissance, taille de la portée, âge de la mère) ont aussi été mises en évidence.

Les données de la littérature chez la chienne ont aussi montré une influence du statut mort-né sur le délai de mise-bas avec une multiplication par 1,6 du délai de naissance lorsque le chiot était mort (Cornelius et al., 2019). Berro (2022) a mis en évidence une durée de mise-bas significativement plus longue pour les portées comprenant au moins

un mort-né ($6,6 \pm 1,1$ heures contre $5,2 \pm 1,1$ heures). Dans cette même étude, le statut du chiot avait un effet significatif sur le délai de naissance (42 ± 7 minutes pour les chiots mort-né contre 22 ± 6 minutes).

Chez la truie, le délai de naissance s'est aussi avéré plus long chez les porcelets mort-nés dans certaines études (Van Dijk et al., 2005). Van Dijk et al. (2005) se sont questionnés sur l'aspect cause ou conséquence de la mortinatalité chez le porc. Un porcelet mort avant la mise-bas ne pourra pas en effet participer à sa propre parturition par des mouvements aidant sa progression dans l'appareil génital. Mais un porcelet peut aussi mourir à cause de la mise-bas, particulièrement si le délai de mise-bas est prolongé. La mortinatalité peut probablement en réalité être à la fois cause et conséquence de l'augmentation de délai de naissance.

Il serait intéressant d'étudier le moment précis de décès des mort-nés pour éclaircir le lien de cause et effet. En pratique, cette étude ne serait pas possible à grande échelle. Cependant, l'aspect physique du mort-né peut-être une indication sur le moment de décès du chaton. Par exemple, les chatons morts dans l'utérus avant la mise-bas peuvent être momifiés avec des modifications physiques, alors que les chatons morts en cours de mise-bas sont à terme et ressemblent aux chatons nés vivants. Pour faire le lien avec le déroulement de la mise-bas, la manipulation la plus pertinente serait un suivi échographique de la survie des chatons. Elle impliquerait d'échographier régulièrement les chatons au cours de la mise-bas afin de constater si les fœtus sont encore en vie mais aussi la vitesse de sortie des chatons morts en cours de mise-bas (par décollement placentaire par exemple).

Chez la truie, deux études ont montré que plus de 70% des porcelets mort-nés sont morts pendant la mise-bas (75% pour Rangstrup-Christensen et al., 2017 ; 71% pour Schild et al., 2019).

Indrebo et al. (2007) ont établi que la durée de mise-bas et le délai de naissance des chiots trop longs seraient à l'origine d'une grande partie des mort-nés et que ceux-ci auraient pu être sauvés par une intervention chirurgicale. Ils ont alors fixé la limite de durée de mise-bas eutocique à 12 heures ; au-delà de ce seuil, une césarienne est indiquée. Une autre étude, uniquement réalisée chez le labrador, a établi une limite à 6 heures et 20 minutes

de mise-bas (Schiebel, 2020). Au-delà de 6 heures 20 minutes, le risque d'obtenir une portée avec au moins un mort-né est multiplié par 3,38.

Selon Münnich et Küchenmeister (2009), une augmentation de la durée de mise-bas (stade II) coïncidait avec une augmentation du nombre de mort-nés dans la portée. De même, la durée de mise-bas de chiots comprenant des chiots mort-nés ou présentant des signes d'hypoxie était significativement plus longue (5,5 h contre 10h pour les portées contenant des chiots visuellement hypoxiques).

e. Bilan et ouvertures sur les facteurs de variation

Pour rappel, les facteurs pris en compte dans notre modèle de la durée de mise-bas étaient « Hétérogénéité intra-portée des poids de naissance », « Présence de mort-né », « Taille de la portée ». Seuls les deux derniers facteurs étaient à l'origine d'une différence significative dans notre modèle. L'ensemble des facteurs de variation étudiés pour la durée de mise-bas permettaient d'expliquer 55% de la variabilité de la mise-bas.

Pour le délai de naissance, les facteurs pris en compte étaient : « Sexe du chaton », « Âge de la mère », « Poids de naissance », « Statut du chaton à la naissance », « Rang de naissance » et « Taille de la portée ». Les trois derniers facteurs étaient à l'origine d'une différence significative. De multiples interactions entre facteurs étaient aussi significatives. Le modèle final expliquait 40% de la variabilité du délai de naissance.

On peut donc conclure que d'autres facteurs non pris en compte dans notre étude influencent le déroulement de la mise-bas à la fois au niveau de la durée totale de la mise-bas, mais aussi pour le délai de naissance.

1) Paramètres propres à la mère

Certains paramètres spécifiques à la mère n'ont pas pu être pris en compte dans notre étude.

Par exemple, la race de la mère n'a pas été prise en compte dans cette étude, bien qu'il serait intéressant de la prendre en compte comme facteur de notre modèle. Certaines races présentaient un effectif trop faible pour être étudiées (11 races sur 24 correspondent à moins de 2% des portées). Une analyse comprenant des clusters de race serait envisageable comme dans l'étude de Mugnier et al. (2022).

Ström Holst et al. (2017) ont montré un effet de la race sur les dystocias, avec certaines races prédisposées nécessitant plus fréquemment une césarienne (notamment les British Shorthair et le groupe de chats dits orientaux). Étant donné que les mises-bas dites dystociques sont généralement des mises-bas plus longues, on peut supposer que la race a un effet sur le déroulement de la mise-bas. Néanmoins, Muster et al. (2011) ont mis en évidence une absence de relation significative entre le délai de naissance et la race. La race ayant un impact sur la taille de la portée, la race de la mère est donc en partie prise en compte à travers ce facteur (Romagnoli et al., 2019).

Chez la truie, la race de la mère a un effet significatif sur la durée de mise-bas (Van Dijk et al., 2005).

Il serait également intéressant d'évaluer la répétabilité du déroulement de la mise-bas chez les mères. Pour étudier ce biais inhérent aux mères, il faudrait que les mères aient toutes deux portées au minimum. Ainsi, nous pourrions comparer ces portées d'une même mère entre elles et inclure dans l'analyse multivariée ce paramètre. Aucune donnée dans la littérature n'a étudié cet effet toutes espèces confondues (chien, chat, porc).

La durée de gestation de la mère est aussi un paramètre susceptible d'avoir un impact sur le déroulement de la mise-bas. En effet, des études chez la truie ont montré une corrélation négative avec une diminution de la durée de gestation à l'origine d'une augmentation de la durée de mise-bas (Van Dijk et al., 2005). L'hypothèse était celle qu'une gestation moins longue était à l'origine d'un niveau d'œstrogènes plasmatiques diminué ainsi qu'un nombre de sites de liaison pour l'œstradiol au niveau du tissu myométrial réduit. Les œstrogènes jouent un rôle essentiel dans la stimulation du myomètre. Une perturbation de leur action est ainsi à l'origine d'une mise-bas moins efficace. Une autre étude chez la truie a cependant mis en évidence une augmentation de la durée de mise-bas associée à une augmentation de la durée de gestation (Fahmy et Friend, 1981).

La présence de traitements, de maladies en cours ou de vaccination à jour n'ont pas été considérés comme facteurs influençant le déroulement de la mise-bas. De plus, étudier l'usage d'anti-douleur/anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) chez les mères autour de la mise-bas pourrait s'avérer intéressant pour prendre en compte l'effet de la douleur sur le déroulement de la mise-bas.

Selon Mota Rojas et al. (2022), les opioïdes et les anti-inflammatoires non stéroïdiens peuvent provoquer une diminution de la fréquence de contractions du myomètre par la diminution de la concentration d'ocytocine. Les conséquences peuvent alors être la tachycardie, l'hyperventilation, l'acidose respiratoire, l'hypoxie des petits et un rejet de la mère à la naissance. Cependant, cette même étude met en évidence que cette réduction de fréquence des contractions utérines par l'analgésie permet en revanche d'augmenter leur amplitude, augmentant ainsi la performance de la mère. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens et les opioïdes restent peu utilisés par les éleveurs et seront plus facilement réalisés en post-partum plutôt qu'au cours du déroulement de la mise-bas. Une étude de leurs conséquences sur la santé des chatons sur la période néonatale pourrait tout de même s'avérer intéressante.

Notre étude présentait un nombre trop peu important de réponses concernant l'environnement de la mère pour la mise-bas. Cependant, Il aurait été intéressant de se pencher sur l'impact du stress environnemental sur le déroulement de la mise-bas, par exemple avec l'isolement de la mère au cours de la mise-bas. En cas de perturbation de l'environnement au cours d'une mise-bas, une chatte aura plus tendance à arrêter ses efforts (Little, 2012). Chez la truie, l'environnement a été démontré comme un facteur influençant la durée de mise-bas ; des truies dans un enclos avaient une durée de mise-bas plus courte que celle dans une cage seule (Oliviero et al., 2010).

Le poids de la mère au moment de la mise-bas ainsi que son poids au moment de la saillie auraient pu être pris en compte. Chez la truie, l'état d'embonpoint de la mère augmente significativement la durée de mise-bas (Oliviero et al., 2010). En effet, l'épaisseur de la couche adipeuse du dos s'est avérée avoir une importance. L'hypothèse est que le tissu adipeux se lie avec la progestérone. Or 24 à 36h avant la mise-bas la concentration sanguine en progestérone des truies diminue. L'excès de tissu adipeux retarderait la chute de progestérone, ceci perturbant la phase d'expulsion de la mise-bas. La concentration plasmatique de progestérone chute avant la mise-bas chez la plupart des chattes cependant, contrairement à la chienne, certaines mères peuvent ne pas connaître cette chute de progestérone en dessous de 1 ng/mL (Root Kustritz, 2006). Le poids de la mère pourrait donc être pris en compte ou bien la note d'état corporel (WSAVA, 2020), qui est un meilleur indicateur de la composition corporelle.

Connaître le poids de la mère à la saillie et au moment de la mise-bas pourrait être un facteur à prendre en compte dans le déroulement de la mise-bas. Root Kustriz (2006) a décrit une prise de poids attendue entre 12 à 38% entre ces deux moments. Une prise de poids de la mère excessive ou insuffisante pourrait modifier le déroulement de la mise-bas. Ce paramètre n'a encore jamais été étudié toutes espèces confondues.

L'alimentation de la mère est aussi une piste envisageable. En effet, on peut s'intéresser au changement d'alimentation au cours de la gestation notamment. L'alimentation des mères doit au minimum comprendre 32% de protéines et 18% de lipides (Root Kustriz, 2006). Le changement d'alimentation se fait généralement dès la saillie et implique en général de passer à des croquettes pour chatons.

Dans l'étude du déroulement de la mise-bas, le dernier repas effectué par la mère serait probablement un paramètre alimentaire intéressant. Les éléments pouvant être pris en compte sont : le temps écoulé entre le dernier repas et la mise-bas, la quantité consommée et la composition de l'aliment. Une autre analyse possible est la concentration de glucose sanguine de la mère au moment de la mise-bas. De fait, une hypoglycémie est à l'origine d'une fatigue induisant des modifications de l'intensité, de la fréquence et de la durée des contractions. Chez la truie, une corrélation négative a été démontrée entre la concentration de glucose sanguine de la mère une heure après la naissance du premier porcelet et la durée de mise-bas (Feyera et al., 2018). La combinaison d'un repas à base des sucres lents et rapides avant la mise-bas est une idée émise par Van den Bosch et al. (2023) afin d'assurer un apport en glucides optimal avant la mise-bas des truies.

Toujours chez la truie, une supplémentation en calcium le jour de la mise-bas permettrait significativement de diminuer le délai de naissance (Le Cozler et al., 1999). Le calcium participe aux contractions myométriales lors de la mise-bas.

Les concentrations en calcium et en glucose dans le sang de la mère pourraient donc être sélectionnées comme facteurs afin de voir l'effet de l'alimentation sur le déroulement de la mise-bas. Cependant, cela impliquerait une prise de sang sur la mère, donc un stress supplémentaire.

2) Paramètres propres à la mise-bas et aux chatons

La présentation postérieure des porcelets est un facteur causant une augmentation du délai de naissance, contrairement à la durée de mise-bas qui n'était pas influencée par la présentation des porcelets (Van Djik et al., 2005). Ainsi, l'impact de la position du chaton lors de la parturition aurait pu être investigué.

De plus, Gill (2001) a mis en évidence une augmentation de la mortalité par asphyxie fœtale chez les chiots nés en présentation postérieure. Cet aspect du déroulement de la mise-bas influencerait donc peut-être la santé néonatale des chatons. Cependant, seuls les éleveurs répondant de manière prospective au questionnaire auraient eu cette information. En effet, ce type d'information n'est probablement pas enregistré par les éleveurs puisqu'il n'a pas de conséquence pour eux.

Muster et al. (2011) n'ont pas mis en évidence d'effet significatif de la position du chaton sur le délai de naissance. Ce paramètre n'est pas le plus pertinent de ceux à étudier étant donné qu'une présentation postérieure chez le chat n'est pas considérée comme pathologique (Little, 2012 ; Ström Holst, 2022).

Van Rens et Van der Lende (2004) ont montré qu'au même titre que le poids de naissance du porcelet, l'épaisseur et le poids du placenta étaient aussi des facteurs augmentant le délai de naissance du porcelet, indépendamment du poids de naissance des porcelets.

Le placenta de la chatte est cependant différent de celui de la truie. En effet, les truies produisent un placenta épithéliochorial, diffus, alors que celui du chat est endothéliochorial, zonaire. On peut donc s'attendre à des résultats différents chez la chatte.

De nombreux facteurs de variation du déroulement de la mise-bas sont envisageables. Après l'identification de ceux-ci, selon les facteurs, des aménagements pourront être mis en place afin d'améliorer ce déroulement et donc les conséquences sur la santé des chatons pendant la période néonatale.

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

1) Mortalité des chatons

La mortalité néonatale (s'étalant en J0 et J21) s'élevait à 8,3% avec au moins un chaton mort avant J21 dans 24,6% des portées. Dans la littérature (Tableau 15), la mortalité a

essentiellement été étudiée au cours des trois premiers mois de vie. Il est donc difficile de comparer notre valeur aux données scientifiques disponibles.

Tableau 15 : Comparaison des taux de mortalité néonatale chez le chat dans la littérature

Étude	Pourcentage de mortalité
Notre étude	8,3 % (avant 3 semaines)
Root et al., 1995	24,4% (avant 8 semaines)
Sparkes et al., 2006	9,1% (avant 8 semaines)
Ström Holst et Frössling., 2009	8,3% (avant 12 semaines)
Fournier et al., 2017	8,2% (sur 60 premiers jours)
Romagnoli et al., 2019	14% (avant sevrage)

Dans notre étude, une augmentation de la durée de mise-bas était à l'origine d'une augmentation de la présence d'au moins un mort-né dans la portée entre J0 et J21. Les durées de mise-bas courtes (≤ 4 heures) avaient un pourcentage de portées avec au moins un mort-né de 28% contre 42% pour les portées longues (> 4 heures). Cependant, à l'échelle du chaton, seule la durée cumulée de naissance augmentée causait une augmentation de la mortalité entre J3 et J7. Aucun autre effet sur la mortalité du chaton sur les périodes étudiées (J0-J2, J3-J7, J8-J21, J0-J21) n'a été mis en évidence.

D'après Munnich et Kuchmenster (2009), la durée de mise-bas est le facteur qui influençait le plus la survie des chiots ainsi que le nombre de chiots morts dans la portée.

Chez la truie, une augmentation de la durée de mise-bas augmentait aussi le risque de mortalité post-natale (Schild et al., 2019).

Le taux de mortalité par portée n'était pas contre pas influencé par une augmentation de la durée de mise-bas dans notre étude.

Les causes de mortalité néonatale des chatons n'ont pas été explorées dans notre étude. On pourrait s'attendre à ce que les causes de mortalité des chatons provenant du déroulement de la mise-bas soient en lien avec les souffrances subies par le chaton au

cours de celle-ci. En effet, au cours de la mise-bas, le chaton est principalement exposé à des risques dus à l'hypoxie, l'hypothermie et l'hypoglycémie. Ces risques peuvent impacter sa survie, par exemple en diminuant la prise colostrale et en limitant le transfert d'immunité notamment.

Les mises-bas dystociques peuvent causer une asphyxie et une sévère hypoxie du chaton, étant notamment à l'origine d'une augmentation de la mortalité au cours de la transition extra-utérine du chaton récemment né. Or, outre l'hypoxie, de multiples facteurs (la transmission de l'immunité, l'hypothermie, l'hypoglycémie, la déshydratation) sont des facteurs prédisposant au développement d'infections (Münnich, 2022).

Selon Fournier et al. (2017), plus de 70% des chatons meurent d'une infection bactérienne entre la naissance et 3 semaines.

Chez la truie, la prise colostrale par le porcelet était influencée significativement par des facteurs tels que les difficultés respiratoires ou encore la rupture du cordon ombilical avant l'expulsion (Devillers et al., 2007). Ces facteurs peuvent tous être en lien avec le déroulement de la mise-bas. Ainsi, étudier la prise colostrale selon le déroulement de la mise-bas pourrait être un autre moyen d'étudier la santé post-natale des chatons.

Le score APGAR est une autre piste d'étude intéressante. En effet, celui-ci correspond à un score donné aux nouveau-nés qui est basé sur des observations simples (couleur des muqueuses, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, tonicité musculaire, réflexe à l'irritabilité) permettant de quantifier la vitalité de celui-ci. Une comparaison des scores APGAR entre des mises-bas eutociques (ne nécessitant aucune aide) et dystociques a montré que les scores du groupe étaient significativement inférieurs après dystocie à ceux du groupe eutocique, et de façon durable (à la naissance, dix minutes après la naissance et soixante minutes après la naissance ; Hibar et al., 2022). On pourrait s'attendre à observer des différences de scores APGAR entre les chatons selon leur délai de naissance ou à l'échelle de la portée selon la durée de mise-bas.

2) Croissance néonatale des chatons

La littérature suggère qu'un chaton devrait approximativement peser 100 grammes à la naissance et gagner en moyenne 7 à 15 grammes par jour, pour finalement doubler de

poids à J10 (Sparkes et al., 2006 ; Willoughby, 2008 ; Moik & Kienzle, 2011 ; Fascetti & Delane, 2013).

Dans notre étude, le poids de naissance moyen était de $100,8 \pm 20,3$ grammes. Le taux de croissance entre J0 et J2 était en moyenne de $20,8 \pm 13,1$ % avec 5% des chatons ayant un taux de croissance négatif.

D'après Berliner et al. (2022), la prise de poids moyenne pour un chaton de moins de 35 jours était de 13,5 g/jour (avec un gain de poids linéaire). En prenant un poids de naissance de 100 grammes, on retrouve un taux de croissance moyen estimé à 27 % en moyenne sur les 2 premiers jours de vie, ce qui reste proche de notre résultat.

Dans cette même étude, le taux de croissance moyen entre J2-J7 était de 53%, contre $56,3 \pm 16\%$ dans notre étude. De même pour la période J7 à J21 le taux moyen était de 91% contre $91,5 \pm 27,2$ % dans notre étude.

Notre étude montrait que le délai de naissance et la durée de mise-bas influençaient le taux de croissance sur certaines périodes néonatales (respectivement J0-J2 / J2-J7 et J0-J21).

Les taux de croissance étaient graduellement décroissants avec une augmentation de la durée de mise-bas pour les chatons entre J2-J7 et J0-J21. Chez le chien, le gain total de poids entre J0-J2, le taux de croissance entre J0-J2 et J2-J7 diminuaient significativement avec une durée de mise-bas plus longue (Berro, 2022).

Cependant, les taux de croissance entre J0 et J2 semblaient augmenter avec une augmentation du délai de naissance du chaton, ce qui était contraire au résultat attendu. De la même manière, le gain de poids intra-portée entre J0 et J2 augmentait avec une augmentation de la durée de mise-bas. Aucun effet significatif du délai de naissance n'a été mis en évidence sur la croissance du chiots (J0-J2, J2-J7, J7-S3 ; Berro, 2022).

Nos résultats concernant le taux de croissance étaient donc partiellement incohérents. Une hypothèse possible serait un biais lié à l'éleveur qui prendrait plus soin des chatons ayant eu une naissance difficile, en encourageant la prise de lait à la naissance et en proposant une complémentation en lait. Parmi, les portées comprenant au moins un mort-né, 51% ont reçu une complémentation en lait (24 sur 47 portées) contre 38% pour les

autres portées (78 sur 208). Cependant, l'analyse bivariée n'a pas mis en évidence de différence significative ($p_{\text{value}}=0,09$; Test de Kruskal-Wallis).

Concernant l'effet de la durée de mise-bas, l'hypothèse la plus probable était celle de la fatigue de la mère en post-partum. Une durée de mise-bas plus longue était probablement plus douloureuse. Elle pourrait être à l'origine d'une production de colostrum altérée (en quantité et en qualité). La mère pourrait aussi par fatigue et irritabilité avoir plus facilement tendance à rejeter ses chatons ou à moins s'en occuper.

CONCLUSION

A travers notre étude, nous avons décrit le déroulement de la mise-bas chez la chatte par différentes variables : la durée de mise-bas, le délai de naissance et la durée cumulée.

Les facteurs influençant la durée de mise-bas étaient la taille de la portée et la mortinatalité. Ceux mis en évidence pour le délai de naissance (et indirectement pour la durée cumulée de naissance) étaient la taille de la portée, la mortinatalité ainsi que le rang de naissance.

Une augmentation de nos trois durées étudiées avait pour effet une augmentation du risque de mortinatalité. Ce résultat était attendu, l'augmentation des durées du déroulement de la mise-bas étant une source de souffrance fœtale.

A plus long terme, la mortalité néonatale était faiblement influencée à l'échelle du chaton. Cependant, à l'échelle de la portée, une augmentation de la durée de la mise-bas augmentait le risque d'avoir au moins un chaton mort dans la portée sur la période néonatale.

La croissance des chatons présentait une diminution (sur J2-J7 et J0-J21) en cas d'augmentation de la durée de mise-bas. Mais sur la période néonatale précoce (J0-J2), des résultats incohérents avec les attentes étaient obtenus. En effet, le gain de poids (associé à la durée de mise-bas) et le taux de croissance (associé au délai de naissance) augmentaient avec un déroulement de la mise-bas plus long.

Les principales conséquences du déroulement de la mise-bas ont été observées sur la mortinatalité des chatons. La mise-bas semblait principalement affecter la santé des chatons sur un laps de temps réduit. Cet ensemble nous amène à envisager de nouvelles perspectives.

Comme évoqué dans la discussion, de nombreux paramètres ne sont pas pris en compte dans notre étude. Il s'agit de données rarement disponibles auprès des éleveurs *a posteriori* (par exemple : la présentation du chaton, la quantité d'aliments consommée au cours du dernier repas de la mère, la NEC, etc.). De même, de nombreuses portées n'ont pas pu être incluses dans la base de données de cette étude car toutes les heures de naissance des chatons n'étaient pas complétées. La solution est donc de lancer une étude

prospective. Ainsi, en le diffusant à un maximum d'éleveurs avant même la naissance des chatons, ceux-ci peuvent anticiper les informations à collecter.

A travers les études déjà effectuées, le meilleur moyen d'obtenir des réponses complètes et nombreuses reste le recours à un logiciel de gestion d'élevage. La réalisation d'un questionnaire en ligne, leur prodiguant des conseils au fur et à mesure de la mise-bas, pourrait être une solution aussi. Cela favoriserait l'exactitude des réponses et la motivation des éleveurs à y répondre.

Enfin, les suivis des conséquences du déroulement de la mise-bas pourraient inclure d'autres données pertinentes tels qu'une évaluation du score APGAR ainsi qu'une évaluation des interactions de la mère avec ses petits. Ces dernières pourraient aussi être évaluées à l'aide d'une échelle et d'enregistrements vidéos (temps de tétée, nombre de tétées, temps passé près de la mère, etc.).

L'utilisation de scores ou d'échelles rendent accessible de telles évaluations à l'éleveur. Cependant, ces outils restent subjectifs et sont généralement plus appropriés à un usage professionnel vétérinaire.

L'étude de la prise colostrale et de sa production serait un élément d'étude enrichissant comme conséquence du déroulement de la mise-bas, même si son étude ne serait pas réalisable à l'échelle de l'élevage mais plutôt dans un centre de recherche (difficulté pour récupérer et analyser les échantillons). Tout comme la glycémie et la SpO₂ chez les chatons dans les premiers jours de naissance qui sont des données inaccessibles à cette échelle.

Notre étude ne permet pas de définir des seuils de décision obstétricale afin d'aiguiller la prise en charge clinique des mises-bas difficiles. Cela est probablement imputable à la grande variabilité de la mise-bas eutocique de la chatte et nous amène à questionner la nature des facteurs physiologiques régulant la mise-bas de la chatte.

BIBLIOGRAPHIE

BECCAGLIA, M., ALONGE, S., TROVO, C. et LUVONI, G. C., 2016. Determination of gestational time and prediction of parturition in dogs and cats: an update. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 51, pp. 12-17. DOI [10.1111/rda.12782](https://doi.org/10.1111/rda.12782).

BERLINER, E., SCARLETT, J., COWAN, A. et MOHAMMED, H., 2022. A Prospective Study of Growth Rate, Disease Incidence, and Mortality in Kittens Less than 9 Weeks of Age in Shelter and Foster Care. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. pp. 1-16. DOI [10.1080/10888705.2021.2021409](https://doi.org/10.1080/10888705.2021.2021409).

BERRO, E., 2022. *Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot* [en ligne]. Thèse Doct Vet Toulouse. [Consulté le 24 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03956088/document>.

BORGE, K., TØNNESSEN, R., NØDTVEDT, A. et INDREBØ, A., 2011. Litter size at birth in purebred dogs—A retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology*. Vol. 75, n° 5, pp. 911-919. DOI [10.1016/j.theriogenology.2010.10.034](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.10.034).

BORIES, P., 2009. *Chronopart De La Truie En élevage : Effet De La Durée De Mise Bas Sur Quelques Paramètres Physiologiques Et Biochimiques* [en ligne]. Thèse Doct Vet Toulouse. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : https://oatao.univ-toulouse.fr/3385/1/hartmann_3385.pdf.

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

CHATRAS, M., 2022. *Déroulement de la mise-bas chez la chatte : facteurs de variation et conséquences sur la santé des chatons*. *Médecine vétérinaire et santé animale*. Thèse Doct Vet Toulouse. [en ligne]. [Consulté le 15 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03845168/document>.

Code rural et de la pêche maritime - Section 2 : Les animaux dangereux et errants, 2021. [en ligne]. [Consulté le 16 août 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000044394028/2023-08-16.

CORNELIUS, A., MOXON, R., RUSSENBERGER, J., HAVLENA, B. et CHEONG, S., 2019. Identifying risk factors for canine dystocia and stillbirths. *Theriogenology*. Vol. 128, pp. 201-206. DOI [10.1016/j.theriogenology.2019.02.009](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.009).

DEVILLERS, N., FARMER, C., LE DIVIDICH, J. et PRUNIER, A., 2007. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*. 2007. Vol. 1, n° 7, pp. 1033-1041. DOI [10.1017/S175173110700016X](https://doi.org/10.1017/S175173110700016X).

FAHMY, M. H. et FRIEND, D. W., 1981. Factors influencing, and repeatability of the duration of farrowing in yorshire sows. *Canadian Journal of Animal Science*. Vol. 61, n° 1, pp. 17-22. DOI [10.4141/cjas81-003](https://doi.org/10.4141/cjas81-003).

FASCETTI, A. et DELANEY, S., 2013. Feeding the Healthy Dog and Cat. In : FASCETTI, A. et DELANEY, S. (éd.), *Applied Veterinary Clinical Nutrition* [en ligne]. West Sussex, UK : John Wiley & Sons, Ltd. pp. 75-94. [Consulté le 19 juillet 2023]. ISBN 978-1-118-78566-9. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118785669.ch7>.

FEYERA, T., PEDERSEN, T., KROGH, U., FOLDAGER, L. et THEIL, P., 2018. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. *Journal of Animal Science*. Vol. 96, n° 6, pp. 2320-2331. DOI [10.1093/jas/sky141](https://doi.org/10.1093/jas/sky141).

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, pp. 153-157. DOI [10.1111/rda.12844](https://doi.org/10.1111/rda.12844).

FOURNIER, A, OGER, J, MARIANI, C et CHASTANT-MAILLARD, S, 2017. *Neonatal and pediatric kitten mortality : a retrospective study of 79 histological examinations post mortem following following a natural death - International Congress EVSSAR. 29 juin-1 juillet 2017 - Vienna* [en ligne]. [Consulté le 21 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : https://neocare.pro/wp-content/uploads/2023/06/53_2017_Fournier_Neonatal-and-pediatric-kitten-mortality-a-retrospective-study-of-79-histological-examinations-post-mortem-following-natural-death-EVSSAR.pdf.

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](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.003).

GILL, 2001. *Perinatal and late neonatal mortality in the dog* – Thèse Doct Vet Sydney. [Consulté le 21 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://core.ac.uk/download/pdf/41232423.pdf>.

HIBARU, V., PEREIRA, K., FUCHS, K., LOPES, M., ALFONSO, A., DE SOUZA, F., CHIACCHIO, S., TSUNEMI, M., MACHADO, L. et LOURENÇO, M., 2022. Topics in the routine assessment of newborn kitten vitality: Apgar score, reflexes and complementary assessments. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 24, n° 6, pp. e34-e42. DOI [10.1177/1098612X221081404](https://doi.org/10.1177/1098612X221081404).

I-CAD. *Identification des chiens & chats Baromètre / Chiffres 2020* [en ligne]. [Consulté le 20 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.i-cad.fr/uploads/21.Idenfication.Barometre.DEF.pdf>.

I-CAD, 2018. *Le chat confirme sa présence dans les cliniques vétérinaires* [en ligne]. [Consulté le 16 août 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.i-cad.fr/actualites/augmentation_du_nombre_de_chats_dans_les_cliniques_veterinaires

INDREBØ, A., TRANGERUD, C. et MOE, L., 2007. Canine neonatal mortality in four large breeds. *Acta Veterinaria Scandinavica*. Vol. 49, n° S1, pp. S2. DOI [10.1186/1751-0147-49-S1-S2](https://doi.org/10.1186/1751-0147-49-S1-S2).

IPSOS, 2020. *Le bien être des animaux et la responsabilisation des possesseurs d'animaux* [en ligne]. [Consulté le 20 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-06/enquete_royal-canin-030620_v26.pdf.

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](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.037).

KEISER, R., REICHLER, I. 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](https://doi.org/10.1111/rda.12939).

LE COZLER, Y., BEAUMAL, V., NEIL, M., DAVID, C. et DOURMAD, J., 1999. Changes in the concentrations of glucose, non-esterified fatty acids, urea, insulin, cortisol and some mineral elements in the plasma of the primiparous sow before, during and after induced parturition. *Reproduction Nutrition Development*. Vol. 39, n° 2, pp. 161-169. DOI [10.1051/rnd:19990201](https://doi.org/10.1051/rnd:19990201).

LITTLE, S., 2012. Female Reproduction. In : *The Cat* [en ligne]. Elsevier. pp. 1195-1227. [Consulté le 21 juillet 2023]. ISBN 978-1-4377-0660-4. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781437706604000405>.

LÖHR, C., 2011. Postmortem Examination of the Puppy and Kitten. In : *Small Animal Pediatrics* [en ligne]. Elsevier. pp. 276-287. [Consulté le 21 juillet 2023]. ISBN 978-1-4160-4889-3. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781416048893000310>.

LOOF, 2011. *L'élevage félin en France : état des lieux et perspectives* [en ligne]. [Consulté le 22 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.loof.asso.fr/download/restitution_sondage_2011.pdf.

LOOF, 2020. *Statistiques 2020 par races* [en ligne]. [Consulté le 20 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://blog.loof.asso.fr/statistiques-2020-par-races/>.

MOIK, K. et KIENZLE, E., 2011. Birth weight and postnatal growth of pure-bred kittens. *British Journal of Nutrition*. Vol. 106, n° S1, pp. S32-S34. DOI [10.1017/S0007114511003333](https://doi.org/10.1017/S0007114511003333).

MOTA-ROJAS, D., VELARDE, A., MARCET-RIUS, M., ORIHUELA, A., BRAGAGLIO, A., HERNÁNDEZ-ÁVALOS, Ismael, CASAS-ALVARADO, Alejandro, DOMÍNGUEZ-OLIVA, Adriana et WHITTAKER, Alexandra L., 2022. Analgesia during Parturition in Domestic Animals: Perspectives and Controversies on Its Use. *Animals*. Vol. 12, n° 19, pp. 2686. DOI [10.3390/ani12192686](https://doi.org/10.3390/ani12192686).

MUGNIER, A., CANE, T., GAILLARD, V., GRELLET, A. et CHASTANT, S., 2022. Birth weight in the feline species: Description and factors of variation in a large population of purebred kittens. *Theriogenology*. Vol. 190, pp. 32-37. DOI [10.1016/j.theriogenology.2022.07.008](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.07.008).

MÜNNICH, A. et KÜCHENMEISTER, U., 2009. Dystocia in Numbers - Evidence-Based Parameters for Intervention in the Dog: Causes for Dystocia and Treatment Recommendations. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 44, pp. 141-147. DOI [10.1111/j.1439-0531.2009.01405.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01405.x).

MÜNNICH, A., 2022. Fading kitten syndrome: Factors predisposing to 'faders' and treatment options. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 24, n° 3, pp. 243-256. DOI [10.1177/1098612X221079710](https://doi.org/10.1177/1098612X221079710).

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](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.12.020).

NAM, N. et SUKON, P., 2020. Risk factors associated with stillbirth of piglets born from oxytocin-assisted parturitions. *Veterinary World*. Vol. 13, n° 10, pp. 2172-2177. DOI [10.14202/vetworld.2020.2172-2177](https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2172-2177).

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](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.12.009).

RANGSTRUP-CHRISTENSEN, L., KROGH, M.A., PEDERSEN, L.J. et SØRENSEN, J.T., 2017. Sow-level risk factors for stillbirth of piglets in organic sow herds. *Animal*. Vol. 11, n° 6, pp. 1078-1083. DOI [10.1017/S1751731116002408](https://doi.org/10.1017/S1751731116002408).

ROMAGNOLI, S., BENSIAIA, C., FERRÉ-DOLCET, L., SONTAS, H. 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](https://doi.org/10.1177/1098612X18824181).

ROOT KUSTRITZ, M., 2006. Clinical management of pregnancy in cats. *Theriogenology*. Vol. 66, n° 1, pp. 145-150. DOI [10.1016/j.theriogenology.2006.03.018](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.03.018).

ROOT, M., JOHNSTON, S. et OLSON, P., 1995. Estrous length, pregnancy rate, gestation and parturition lengths, litter size, and juvenile mortality in the domestic cat. *Journal of the American Animal Hospital Association*. Vol. 31, n° 5, pp. 429-433. DOI [10.5326/15473317-31-5-429](https://doi.org/10.5326/15473317-31-5-429).

SCHIEBEL, E., 2020. *Déroulement de la mise-bas chez la chienne : facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race Labrador* [en ligne]. Thèse Doct Vet Toulouse. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : [https://www.centrale-canine.fr/sites/default/files/inline-files/Deroulement de la mise-bas These-E.-Schiebel 0.pdf](https://www.centrale-canine.fr/sites/default/files/inline-files/Deroulement%20de%20la%20mise-bas%20These-E.-Schiebel%200.pdf).

SCHILD, S., RANGSTRUP-CHRISTENSEN, L., THORSEN, C., BONDE, M. et PEDERSEN, L., 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](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.02.005).

SÉNAT, 2023. *Exposés des motifs : Stérilisation obligatoire des chats errants* [en ligne]. [Consulté le 16 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.senat.fr/leg/exposes-des-motifs/ppl20-128-expose.html>.

SOCHA, P., LENGILING, R., BONECKA, J. et JANOWSKI, T., 2019. Obstetric and newborn parameters in the Maine Coon cats. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. [Consulté le 22 août 2023]. DOI [10.24425/pjvs.2019.129303](https://doi.org/10.24425/pjvs.2019.129303). Disponible à l'adresse : <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/129303/edition/112849/content>.

SPARKES, A., ROGERS, K., HENLEY, W., GUNN-MOORE, D., MAY, J., GRUFFYDD-JONES, T. 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](https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.10.003).

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*. Vol. 11, n° 10, pp. 793-802. DOI [10.1016/j.jfms.2009.01.008](https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.01.008).

STRÖM HOLST, B., AXNÉR, E., ÖHLUND, M., MÖLLER, L. et EGENVALL, A., 2017. Dystocia in the cat evaluated using an insurance database. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 19, n° 1, pp. 42-47. DOI [10.1177/1098612X15600482](https://doi.org/10.1177/1098612X15600482).

STRÖM HOLST, B., 2022. Feline breeding and pregnancy management: What is normal and when to intervene. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. Vol. 24, n° 3, pp. 221-231. DOI [10.1177/1098612X221079708](https://doi.org/10.1177/1098612X221079708).

VALLET, J., MILES, J., BROWN-BRANDL, T. et NIENABER, J., 2010. Proportion of the litter farrowed, litter size, and progesterone and estradiol effects on piglet birth intervals and stillbirths. *Animal Reproduction Science*. Vol. 119, n° 1-2, pp. 68-75. DOI [10.1016/j.anireprosci.2009.11.004](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.11.004).

VAN DEN BOSCH, M., SOEDE, N., KEMP, B. et VAN DEN BRAND, H., 2023. Sow Nutrition, Uterine Contractions, and Placental Blood Flow during the Peri-Partum Period and Short-Term Effects on Offspring: A Review. *Animals*. Vol. 13, n° 5, pp. 910. DOI [10.3390/ani13050910](https://doi.org/10.3390/ani13050910).

VAN DIJK, A., VAN RENS, B., VAN DER LENDE, T. et TAVERNE, 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](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.03.017).

VAN RENS, B. et VAN DER LENDE, T., 2004. Parturition in gilts: duration of farrowing, birth intervals and placenta expulsion in relation to maternal, piglet and placental traits. *Theriogenology*. Vol. 62, n° 1-2, pp. 331-352. DOI [10.1016/j.theriogenology.2003.10.008](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.10.008).

VERONESI, M. et FUSI, J., 2023. Biochemical factors affecting newborn survival in dogs and cats. *Theriogenology*. Vol. 197, pp. 150-158.
DOI [10.1016/j.theriogenology.2022.11.040](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.11.040).

WILLOUGHBY, K., 2004. Paediatrics and Inherited Diseases. In : CHANDLER, E., GASKELL, C. et GASKELL, R. (éd.), *Feline Medicine and Therapeutics* [en ligne]. Oxford, UK : Blackwell Publishing Ltd. pp. 355-377. [Consulté le 19 juillet 2023]. ISBN 978-0-470-69072-7. Disponible à l'adresse :
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470690727.ch14..>

WSAVA, 2020. *Indice de condition corporelle* [en ligne]. [Consulté le 25 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://wsava.org/wp-content/uploads/2020/10/Body-Condition-Score-Chart-Cat-French-updated-August-2020.pdf>.

ZAKOŠEK PIPAN, M., KAJDIČ, L., KALIN, A. , PLAVEC, T. et ZDOVC, I., 2020. Do newborn puppies have their own microbiota at birth? Influence of type of birth on newborn puppy microbiota. *Theriogenology*. Vol. 152, pp. 18-28.
DOI [10.1016/j.theriogenology.2020.04.014](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.014).

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'étude (page 1 sur 3)



Consanguinité, mise-bas et santé néonatale chez la chatte

Merci de participer à cette étude réalisée en partenariat avec le LOOF et Agria.

Cette étude porte sur **l'impact du déroulement de la mise-bas sur la survie et la croissance du chaton** (il s'agit de redéfinir les délais critiques entre deux chatons ou depuis le début de la mise-bas), ainsi que sur **l'impact de la consanguinité sur les performances de reproduction de la chatte et la santé néonatale des chatons** (nous nous intéresserons particulièrement à la taille de la portée et à la survie des chatons)

Pour compléter ce questionnaire, vous aurez besoin des informations sur vos portées passées (parents, date de mise-bas, poids...). Pour que le questionnaire soit exploitable, nous avons besoin d'un maximum d'éléments ! Toutes les informations collectées seront anonymisées, les données ne seront utilisées que dans le cadre de cette étude.

Chaque portée compte, n'hésitez pas à compléter ce formulaire plusieurs fois avec des portées différentes et à le partager dans votre entourage ! Pour recevoir de nouveaux exemplaires, contactez-nous au 06 10 66 19 77.

Si vous rencontrez des difficultés ou avez trop de données à saisir, vous pouvez nous contacter par courriel (repro@envt.fr), nous trouverons ensemble une solution pour faciliter la collecte de vos données.

En cochant cette case je déclare autoriser le centre NeoCare de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse à utiliser, de manière anonyme, les informations renseignées dans le questionnaire qui suit dans le cadre de ses études.

Quel est le nom de votre élevage ?

Veuillez s'il vous plaît nous indiquer votre adresse électronique (elle ne sera utilisée que si nous avons besoin de précisions) :

Dans quel pays êtes-vous situé ?

Dans quel département êtes-vous situé ?

La mère des chatons

Veuillez indiquer le nom complet de la chatte :

Quelle est sa race ?

Quelle est sa date de naissance ?

Si vous le connaissez, pouvez-vous nous communiquer l'indice de consanguinité de la mère (sur 3 générations) ?

Annexe 1 : Questionnaire d'étude (page 2 sur 3)

Le père des chatons

Veillez indiquer le nom complet du chat :

Quelle est sa race ?

Quelle est sa date de naissance ?

La mise-bas

La mère a-t-elle mis bas :

- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Dans une pièce dédiée isolée (maternité, chambre...) | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| Dans une caisse de mise-bas | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| En présence d'autres animaux (chats ou chiens) | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |

Nombre total de chatons nés (vivants et morts) :

Nombre de chatons nés morts :

Nombre de chatons nés vivants :

Les chatons nés morts présentaient-ils des malformations visibles ?

- Hydrocéphalie
- Spina bifida (défaut de fermeture au niveau de la colonne vertébrale)
- Atrésie anale (anus fermé)
- Coelosomien (défaut de fermeture au niveau de l'abdomen, intestins visibles)
- Fente palatine
- Anasarque (œdème généralisé)
- Autre :

La mise bas a-t-elle nécessité une césarienne (pour tout ou partie de la portée) ?

- Oui Non

A combien de portée(s) la mère a-t-elle donné naissance avant celle-ci ?

Avez-vous donné, à un ou plusieurs chatons de cette portée, du lait autre que le lait maternel (lait en poudre, lait de chèvre...) ?

- Oui Non Je ne me souviens pas

Les chatons de la portée

Merci de renseigner les informations **pour tous les chatons, y compris les mort-nés.**

S'il vous manque des informations, n'hésitez pas à remplir le maximum de données, nous vous recontacterons en cas de besoin.

Annexe 1 : Questionnaire d'étude (page 3 sur 3)

Identité du chaton	Né vivant ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Date d'expulsion	Heure d'expulsion	Sexe <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	Chaton mort avant l'âge de 21 jours ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Poids le jour de la naissance (en g)	Poids à 2 jours (48h de vie) (en g)	Poids à 7 jours de vie (en g)	Poids à 21 jours de vie (+/- 1j) (en g)
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				
	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non				

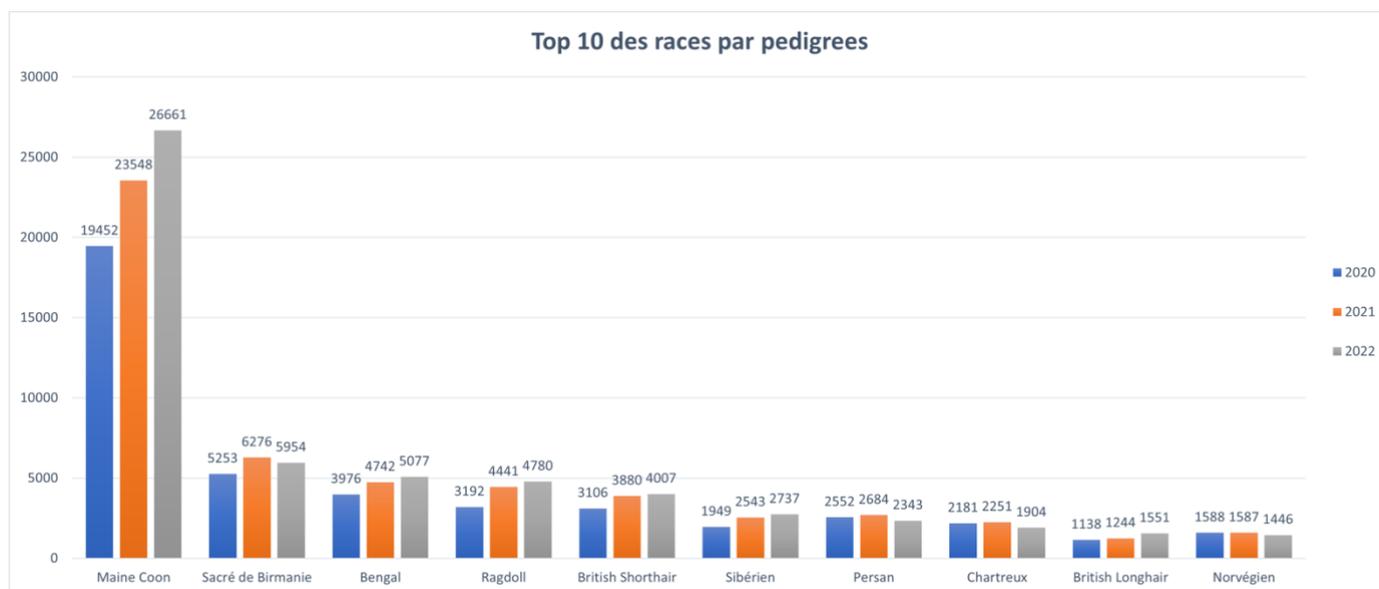
A quelle date avez-vous réalisé la pesée vers 21 jours ?

Ou quel était l'âge exact de la pesée si vous ne connaissez pas la date (en jours) ?

Questionnaire à renvoyer à :
NeoCare - Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
23 chemin des Capelles - BP 87614 - 31076 TOULOUSE CEDEX 3

Annexe 2 : Top 10 des races de chats en France

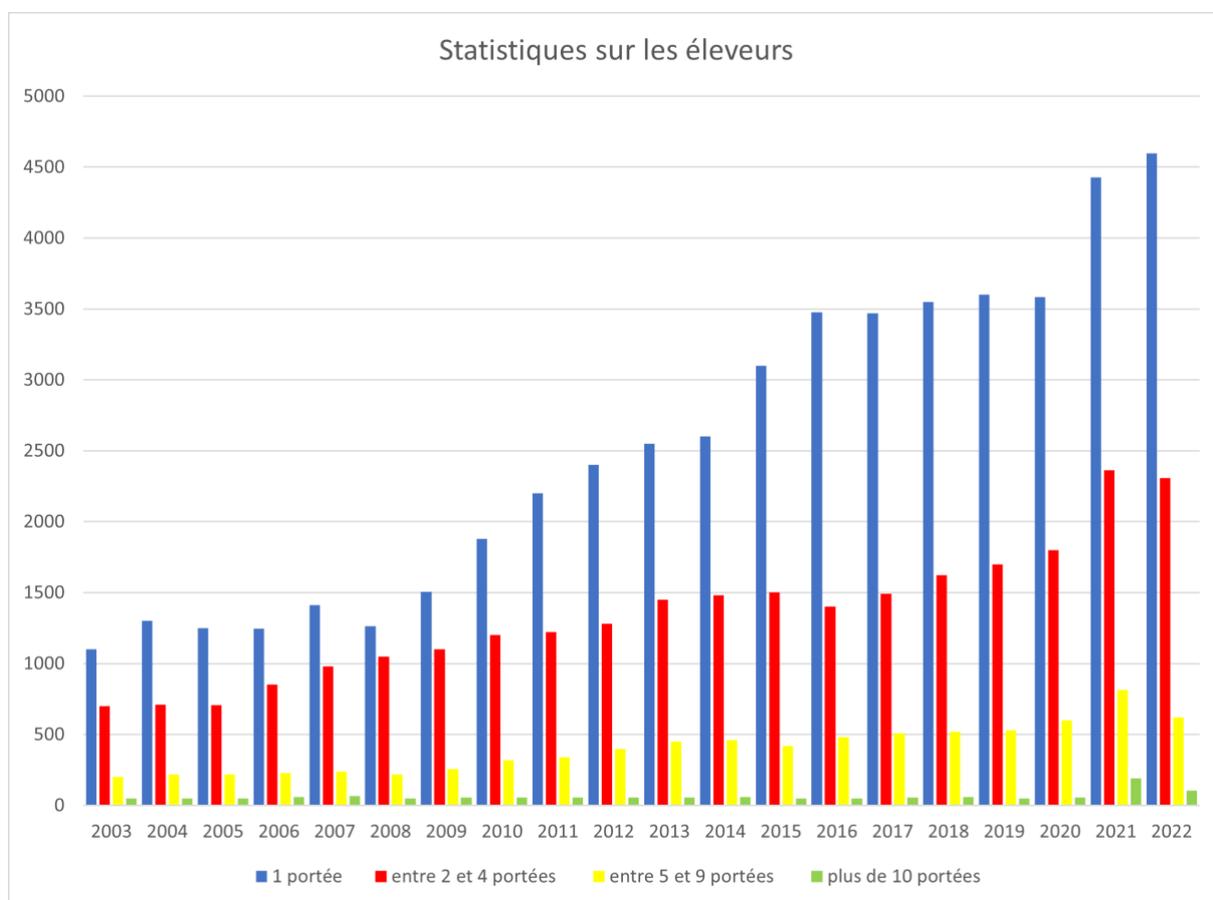
(Source : LOOF ; 2022 ; <https://www.loof.asso.fr/stats/recap.php>)



Race	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	% 2022
Maine Coon	1313	1642	1847	2375	2601	2600	3619	4336	4840	5473	6920	8032	9513	10897	12224	13808	15648	19452	23548	26661	177349	41.61 %
Sacré de Birmanie	2419	2641	2786	2914	3180	3063	3679	4068	4032	4209	4451	4180	4559	4661	4782	4962	4967	5253	6276	5954	83036	9.29 %
Bengal	153	204	234	360	506	618	797	1153	1359	1965	2166	2480	2968	3063	3290	3314	3498	3976	4742	5077	41923	7.92 %
Ragdoll	76	110	210	363	408	598	762	1000	1180	1253	1427	1592	1764	1781	2225	2505	2606	3192	4441	4780	32273	7.46 %
British Shorthair	700	807	829	1014	1225	1161	1450	1517	1532	1695	1755	1821	2071	2121	2324	2388	2670	3106	3880	4007	38073	6.25 %
Sibérien	32	22	32	59	76	100	154	215	268	394	498	598	903	1087	1218	1398	1595	1949	2543	2737	15878	4.27 %
Persan	5354	4956	4363	4096	3968	3599	4281	4491	4222	4202	3705	3485	3260	3011	2832	2754	2484	2552	2684	2343	72642	3.66 %
Chartreux	2009	2419	2266	2143	2249	2059	2305	2168	2045	2113	2041	2210	2285	2231	2171	2230	1934	2109	2281	1904	43214	2.97 %
British Longhair	39	63	68	118	143	141	220	272	328	450	489	604	646	676	728	812	909	1138	1244	1551	10639	2.42 %
Norvégien	957	992	1016	1046	1235	1113	1424	1609	1542	1723	1659	1675	1698	1812	1611	1757	1558	1588	1587	1446	29048	2.26 %

Annexe 3 : Nombre d'éleveurs selon le nombre de portées nées par an chez les éleveurs français entre 2003 et 2022

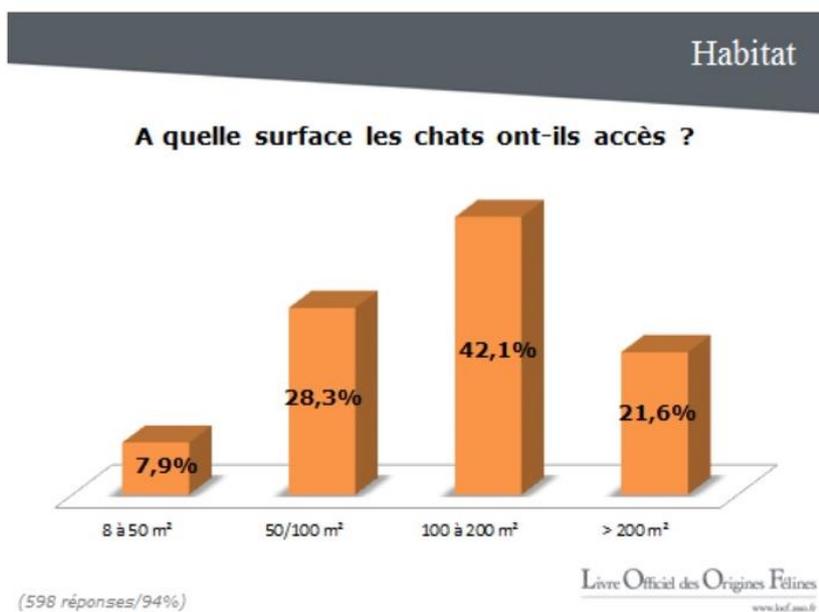
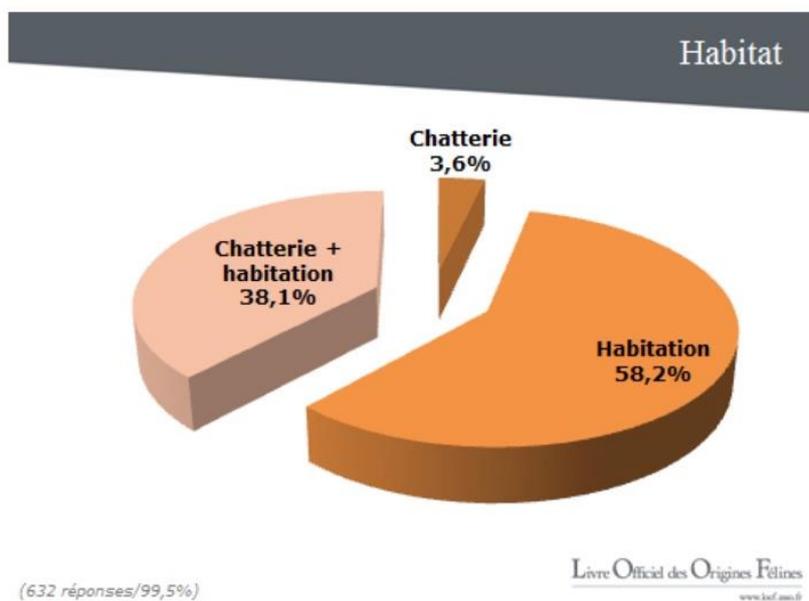
(Source : LOOF ; 2022 ; https://www.loof.asso.fr/stats/intro_stats.php)



Annexe 4 : Lieux de vie des chats de race dans les élevages français

(Source : LOOF ; 2011 ;

https://www.loof.asso.fr/download/restitution_sondage_2011.pdf)



NOM : PRAT

PRÉNOM : Clémentine

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

RÉSUMÉ : L'objectif de cette étude était de caractériser le déroulement de la mise-bas chez la chatte, d'identifier les facteurs de variations et enfin l'impact sur la survie des chatons et leur santé néonatale. L'étude a été menée sur 454 mises-bas de chattes de races variées comprenant 2068 chatons. La durée moyenne de la mise-bas était de 182 ± 186 minutes (médiane = 130, minimum = 5 minutes, maximum = 23 heures) et le délai de naissance moyen était de 51 ± 86 minutes (médiane = 30, minimum = 0, maximum = 1045 minutes). La durée cumulée de naissance était de 116 ± 164 minutes (médiane = 75, minimum = 0, maximum = 1402 minutes). La durée de mise-bas était modifiée par la taille de la portée et la présence de mort-né dans la portée. Le délai de naissance variait selon le statut du chaton, le rang de naissance, la taille de la portée. Le risque de mortinatalité en cas de mises-bas longues (>4h) était 2,5 fois plus élevé que pour les courtes (10% contre 4%). Celui-ci était multiplié par deux en cas de délai de naissance supérieur à 40 minutes (8% contre 4%). Une durée de mise-bas augmentée (>4h) était associée à un taux 1,5 fois plus élevé de portée avec au moins un mort sur la période néonatale (42% contre 28%). Le taux de croissance entre J0-J21 et J2-J7 diminuait avec une augmentation de la durée de mise-bas. Le taux de croissance entre J0-J2 augmentait avec le délai de naissance ce qui ne semblait pas cohérent (22% pour les délais > 40 min contre 20% si < 40 min). Un meilleur contrôle des paramètres influençant le déroulement de la mise-bas permettrait ainsi à terme d'améliorer les performances de santé des chatons dans les élevages français.

MOTS CLÉS : Mise-bas, durée, délai, croissance, mortalité, mortinatalité.

TITLE : Parturition of the queen : factors of variation and impact on the kitten's health and survival

ABSTRACT : The aim of this study was to characterize the course of parturition in the female cat, to identify factors of variation and at last the impact on kitten survival and neonatal health. The study was carried out on 454 farrowings of cats of various breeds, comprising 2068 kittens. The mean duration of parturition was 182 ± 186 minutes (median = 130, minimum = 5 minutes, maximum = 23 hours) and the mean birth delay was 51 ± 86 minutes (median = 30, minimum = 0, maximum = 1045 minutes). The cumulative birth duration was 116 ± 164 minutes (median = 75, minimum = 0, maximum = 1402 minutes).

The duration of parturition was modified by litter size and the presence of stillbirths in the litter. The birth delay varies according to kitten status, birth rank and litter size.

The risk of stillbirth for long births (>4h) was 2.5 times higher than for short births (10% vs. 4%). This risk was doubled in the case of a birth delay greater than 40 minutes (8% vs. 4%). Increased parturition time (>4h) was associated with a 1.5-fold higher rate of litters with at least one neonatal death (42% vs. 28%). Growth rate between D0-D21 and D2-D7 decreased with increasing duration of parturition. The growth rate between D0-D2 increased with birth delay, which did not seem consistent (22% for delays > 40 min vs. 20% when < 40 min). Better control of the parameters influencing the progress of parturition would therefore ultimately improve the health performance of kittens in French catteries.

KEY WORDS : Parturition, duration, delay, growth, stillbirth, mortality