

# ETUDE DES FACTEURS DE RISQUE DE MORTALITE AU COURS DES DEUX PREMIERS MOIS DE VIE CHEZ LE CHATON

---

THESE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**RAYNAL Alisée**

Née le 22/10/1996 à MENDE (48)

**Directrice de thèse : Mme Sylvie CHASTANT**

---

**JURY**

PRESIDENT :

**M. Roger LEANDRI**

Professeur à l'Université Paul Sabatier de TOULOUSE

ASSEESSEURES :

**Mme Sylvie CHASTANT**

**Mme Agnès WARET-SZKUTA**

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITEE :

**Mme Amélie MUGNIER**

Ingénieure de Recherche à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

**Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire**

**Directeur : Professeur Pierre SANS**

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

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

**PROFESSEURS 1<sup>ère</sup> CLASSE**

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

**PROFESSEURS 2<sup>ème</sup> CLASSE**

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

## **MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE**

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

## **MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE**

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

## **INGENIEURS DE RECHERCHE**

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

---

## REMERCIEMENTS

---

**Au président du jury de thèse,**

**A Monsieur le Professeur Roger LEANDRI**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse,

Praticien hospitalier,

*Biologie et médecine du développement et de la reproduction : gynécologie médicale*

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 le Professeur Sylvie CHASTANT,**

Professeur de l'Ecole 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 Madame le Docteur Agnès WARET-SZKUTA,**

Maitre de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

*Production et pathologie porcines*

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury de thèse,

Sincères remerciements pour votre aide.

**A Madame le Docteur Amélie MUGNIER,**

Ingénieur de Recherches à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse et résidente ECVPH

*Neocare*

Qui m'a accompagnée et conseillée tout au long de ce travail,

Sincères remerciements pour votre bonne humeur et votre aide précieuse.



---

## TABLE DES MATIERES

---

Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	9
Liste des abréviations.....	11
<b><u>Introduction</u></b> .....	<b>13</b>
<b><u>Etude expérimentale</u></b> .....	<b>17</b>
<b><u>Matériels et méthodes</u></b> .....	<b>19</b>
1. Variables de sortie : Taux de mortalité.....	20
2. Facteurs de risque étudiés.....	20
2.1. Race.....	20
2.2. Age du parent à la saillie.....	21
2.3. Durée de gestation.....	21
2.4. Saison de mise-bas.....	21
2.5. Taille de la portée.....	21
3. Analyse des données.....	22
<b><u>Résultats</u></b> .....	<b>25</b>
1. Nettoyage de la base de données.....	25
2. Description de la population étudiée.....	26
2.1. Races et groupes de races.....	26
2.2. Age des parents.....	29
2.3. Durée de gestation.....	30
2.4. Saison de mise-bas.....	30
2.5. Taille de portée.....	32
3. Taux de mortalité.....	33
4. Analyse multivariée.....	34
4.1. Race.....	36
4.2. Age de la mère à la saillie.....	39
4.3. Taille de la portée.....	39
5. Impact de la mortalité globale sur la productivité par race.....	40

<b><u>Discussion</u></b> .....	<b>43</b>
1. Représentativité de la population.....	43
2. Nature des données collectées.....	44
3. Taux de mortalité.....	45
3.1. Confrontation des résultats à la littérature.....	45
3.2. Comparaison aux autres espèces.....	46
4. Facteurs de risque.....	49
4.1. Race et groupe de races.....	49
4.1.1 Variabilité des taux de mortalité chez le chaton.....	49
4.1.2 Rentabilité d'une race.....	50
4.2. Age à l'accouplement.....	52
4.3. Saison de mise-bas.....	53
4.4. Taille de portée.....	53
4.5. Durée de gestation.....	54
5. Autres facteurs de risque.....	57
<b><u>Conclusion</u></b> .....	<b>57</b>
<b><u>Bibliographie</u></b> .....	<b>59</b>

---

## LISTE DES FIGURES

---

<u>Figure 1</u> : Modèle multivarié initial.....	25
<u>Figure 2</u> : Diagramme de flux.....	27
<u>Figure 3</u> : Comparaison de la répartition des chatons dans notre population et dans la population enregistrée par le LOOF sur la même période.....	30
<u>Figure 4</u> : Distribution de l'âge à la saillie pour les femelles.....	31
<u>Figure 5</u> : Distribution de l'âge à la saillie pour les mâles.....	31
<u>Figure 6</u> : Distribution de la durée de gestation.....	32
<u>Figure 7</u> : Répartition des portées selon la saison de naissance pour notre population et celle du LOOF de 2003 à 2020.....	33
<u>Figure 8</u> : Distribution de la taille de portée.....	34
<u>Figure 9</u> : Distribution des cas de mortalité.....	35
<u>Figure 10</u> : Taux de mortalité en fonction de la race.....	39
<u>Figure 11</u> : Taux de mortalité des chatons en fonction de l'âge de la mère à la saillie.....	41
<u>Figure 12</u> : Influence de la taille de la portée sur le taux de mortalité.....	42
<u>Figure 13</u> : Production scientifique annuelle concernant la néonatalogie féline.....	45





---

## LISTE DES TABLEAUX

---

<u>Tableau 1</u> : Liste des données renseignées par l'éleveur.....	21
<u>Tableau 2</u> : Quartiles de taille de portée par race.....	24
<u>Tableau 3</u> : Répartition de la population selon la race et comparaison avec les effectifs du LOOF sur la même période.....	29
<u>Tableau 4</u> : Résultat de l'analyse multivariée ; identification des facteurs de risque sur les différents taux de mortalité.....	36
<u>Tableau 5</u> : Résultats détaillés de l'analyse multivariée.....	37
<u>Tableau 6</u> : Taux de mortalité en fonction de la race.....	40
<u>Tableau 7</u> : Productivité numérique par race par ordre décroissant basé sur le taux de mortalité globale.....	43
<u>Tableau 8</u> : Taux de mortalité des chatons – Analyse de la littérature.....	49
<u>Tableau 9</u> : Comparaison des taux de mortalités étudiés avec d'autres espèces d'intérêt.....	50
<u>Tableau 10</u> : Comparaison des paramètres étudiés avec la littérature.....	53
<u>Tableau 11</u> : Autres facteurs de risques potentiels de mortalité étudiés dans la littérature.....	58



---

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

**BMS** : Breeding Management Support® (Royal Canin, Aimargues, France)

**LOOF** : Livre Officiel des Origines Félines

**EIQ** : Ecart interquartile

**IC** : Intervalle de confiance

**OR** : Odds Ratio

**NE** : Non Evalué



---

## INTRODUCTION

---

Les premières traces de domestication du chat par l'Homme datent de près de 10 000 ans et trouvent leurs origines au Proche-Orient, dans le croissant fertile (Irak, Turquie, Syrie) (Cailloce, 2021). Les premiers agriculteurs font du chat sauvage d'Afrique (*Felis silvestris lybica*) leur allié dans la lutte contre les rongeurs sans jamais pour autant le dresser. Ce lien relève, dans un premier temps, plus du commensalisme occasionnel que de la domestication. La proximité de l'espèce féline avec l'espèce humaine à travers les âges a entraîné une forte dépendance du chat aux ressources anthropiques ainsi qu'une adaptation comportementale à l'environnement et à la proximité humaine. Le chat domestique s'est ensuite dispersé dans le monde le long des routes commerciales (Driscoll et al., 2007; Ottoni et al., 2017), en parallèle de l'acquisition de caractères spécifiques.

Pour la première fois au XVIII<sup>ème</sup> siècle, le naturaliste suédois Linné réalise un inventaire des races de chat. Il en distingue quatre : *Catus domesticus*, *Catus angorensis*, *Catus hispanicus* et *Catus coeruleus* (Rousset-Blanc, 1992). Il faut attendre le XIX<sup>ème</sup> siècle pour que cette classification soit agrandie avec l'ajout de nouvelles races chinoises et japonaises. Le nombre de races félines n'a ensuite cessé de croître, passant de 8 races en 1900 à près d'une centaine aujourd'hui, dont 74 officiellement inscrites au Livre Officiel des Origines Félines (LOOF).

Bien que, le chien semble être l'animal préféré des français dans les sondages IPSOS (2005) et STATISTA (2017) ; 38% déclarent avoir au moins un chat et 27% au moins un chien (IPSOS, 2020). Ce phénomène peut s'expliquer par une plus grande facilité du chat en termes d'acquisition, d'encombrement, d'obligations et de temps consacré ainsi qu'un coût moindre (équipements, nourriture, frais de soins). Le nombre d'identification de chats a augmenté de 29,6% en un an (entre 2019 et 2020) et de 63,1% en cinq ans (entre 2015 et 2020). L'augmentation réelle de la population féline est probablement bien supérieure puisqu'on estime à moins de 45% la part de la population féline totale qui soit identifiée (ICAD, 2021). En 2020, 992 541 chats ont été enregistrés par l'i-CAD contre 822 701 chiens, animaux avec ou sans pedigree. En ce qui concerne les chats de race pure, le nombre de pedigrees enregistrés par le LOOF est passé de 15 842 en 2003 à 52 395 en 2020 soit une augmentation de 30% en 17 ans. Le nombre d'élevages

félins sur le territoire français a augmenté en conséquence : en 2003, environ 1100 éleveurs avaient 1 portée par an contre plus de 3600 en 2020 (LOOF, 2021). Pour des raisons de rentabilité économique et de respect du bien-être animal, les élevages visent à limiter la mortalité des chatons, à la naissance (mortinatalité) comme au cours des premiers mois de vie (mortalité néonatale et pédiatrique).

Néanmoins, le taux de mortalité des chatons en élevage reste encore très élevé avec des taux rapportés s'étendant entre 15 et 29% des chatons nés (Prescott, 1973; Jemmett and Evans, 1977; Povey, 1978; Scott et al., 1978; Root et al., 1995; Momozawa, 2003; Sparkes et al., 2006; Stenkiste, 2009; Ström Holst and Frössling, 2009; Musters et al., 2011; Romagnoli et al., 2019; Socha et al., 2019). Sur le territoire français, une étude menée récemment sur une grande population (4182 chatons issus de 136 chatteries) a observé un taux de mortalité de 6,8% entre la naissance et l'âge de 2 mois (en % du nombre total de chatons nés) (Mugnier et al., 2019). La très grande majorité des décès a lieu au cours des 3 premières semaines de vie (Sparkes et al. 2006 ; Lecourtois, 2018).

Durant cette période appelée néonatale, le chaton présente une immunité très faible car il naît agammaglobulinémique (Casal et al., 1996) et dépend entièrement des soins et de l'alimentation lactée fournis par sa mère. Les causes de mortalité sont difficilement identifiables, multiples et d'origines variées : maternelle (comme une dystocie, le défaut de soins, une production de lait insuffisante, l'isoérythrolyse néonatale), individuelle (malformation congénitale, hypothermie, hypoglycémie, déshydratation), environnementale (surpopulation, défaut d'hygiène, faible température ambiante) et/ou infectieuse (avec l'implication de virus, bactéries et parasites). Les signes cliniques sont aussi nombreux et non spécifiques : abattement, hypothermie, hypoglycémie, perte de poids, vocalises... sont non évocateurs de la cause sous-jacente (Boisseau, 2019).

La part de la mortinatalité dans l'ensemble de la mortalité intervenant au cours des deux premiers mois étant importante (8,5% pour une mortalité globale de 16% pour Fournier et al., 2017), en plus de ses difficultés diagnostiques chez le nouveau-né, une stratégie de limitation de la mortalité peut passer par l'identification puis le contrôle de facteurs de risque. Or ceux-ci ont été peu étudiés ou lorsqu'ils le sont, seulement sur des

populations de petite taille (1056 portées au Royaume-Uni - Sparkes et al., 2006 et 694 en Suède -Ström Holst et Frössling, 2009).

Grâce à un logiciel de gestion d'élevage félin (Breeding Management Support®, BMS) mis à disposition des éleveurs félins par la société Royal Canin (Aimargues, France), il nous a été possible d'avoir accès aux résultats de reproduction d'élevages français sur une période de 4 ans. La population de chatons ainsi constituée est de grande taille et provient d'un grand nombre d'élevages : elle permet donc de mener une analyse épidémiologique des facteurs de risque de mortalité des chatons à la naissance puis au cours des deux premiers mois de vie.





---

## **ETUDE EXPERIMENTALE**

---



## MATERIELS ET METHODES

Les données utilisées dans cette étude ont été renseignées entre 2011 et 2014 dans un logiciel en ligne dédié à la gestion de l'élevage (Breeding Management Support®, BMS, Royal Canin, Aimargues, France) par des éleveurs félines français sur la base du volontariat. Les éleveurs félines ont renseigné des informations concernant leur élevage, les reproducteurs, les saillies, les mises bas et les portées de chatons (Tableau 1). Les données ont été récupérées sous forme de tableur avec le consentement des éleveurs et de façon anonyme (Microsoft Excel, Microsoft corporation, Redmond, Washington, USA). Ces informations ont permis d'une part de calculer plusieurs taux de mortalité (variables de sortie) et de classer différents facteurs de risque.

Tableau 4 : Liste des données renseignées par l'éleveur

Concernant l'élevage et les reproducteurs	Concernant les saillies	Concernant les mises bas	Concernant la portée
ID élevage	ID de la saillie	Date de mise bas	Nombre total de chatons nés
ID femelle	Date de saillie		Nombre de mort-nés
Date de naissance de la femelle			Nombre de femelles et nombre de mâles dans la portée
Race			Nombre de chatons morts (vivants à la naissance)
ID mâle			
Date de naissance du mâle			

## **1. Variables de sortie : Taux de mortalité**

Chez le nouveau-né et le jeune, on distingue trois types de mortalité (mortinatalité, mortalité néonatale, mortalité pédiatrique) qui diffèrent par leurs causes (troubles de la gestation et de la mise bas pour la première ; hypoglycémie-hypothermie-déshydratation-septicémie pour la seconde et causes infectieuses, principalement virales pour la troisième) (Jörg, 1999; Cave et al., 2002; Boisseau, 2019).

Les différents taux étudiés dans cette étude sont :

- **Taux de mortinatalité** : les chatons mort-nés sont les chatons enregistrés morts à la naissance par l'éleveur. Le taux de mortinatalité est calculé comme le nombre de chatons mort-nés divisé par le nombre total de chatons nés.
- **Taux de mortalité néonatale et pédiatrique (ou post-natale)** : nombre de chatons nés vivants mais décédés dans les 60 premiers jours de vie divisé par le nombre total de chatons vivants à la naissance (obtenu en soustrayant le nombre total de chatons nés par le nombre de chatons mort-nés).
- **Taux de mortalité globale des chatons** : la mortalité globale comprend la mortinatalité et les mortalités néonatale et pédiatrique. Le taux de mortalité globale des chatons a été calculé en additionnant le nombre de chatons mort-nés et le nombre de chatons nés vivants mais décédés dans les 60 premiers jours de vie, puis en divisant par le nombre total de chatons nés.

Le terme mortalité post-natale sera préféré dans le reste du manuscrit pour des raisons de lisibilité.

## **2. Facteurs de risque étudiés**

Les facteurs de risque étudiés concernent les parents et la portée :

- 2.1. Race** : les données ne concernent que des reproductions en race pure (mâle et femelle de la même race). Certaines races ont été regroupées car fortement

apparentées, comme Abyssin et Somali ; Asiatique, Burmese et Burmilla ; Oriental, Siamois, Balinais et Javanais ; Bleu Russe et Nebelung ; Scottish et Highland.

**2.2. Âge du parent à la saillie :** L'âge correspond à l'âge du parent au moment de la saillie (*Date de saillie* moins *Date de naissance* du parent). Trois catégories d'âge ont été créées : « Jeunes » (< 1 an) ; « Adultes » (entre 1 et 5 ans) ; « Matures » (> 5 ans).

**2.3. Durée de la gestation :** elle a été calculée comme le nombre de jours écoulés entre le premier accouplement et la mise bas. Les durées inférieures à 50 jours et supérieures à 80 jours ont été considérées comme aberrantes (Prescott, 1973; Sparkes et al., 2006). La durée a ensuite été classée entre trois catégories : courte (< 63 jours), normale (entre 63 et 67 jours) ou longue (> 67 jours).

**2.4. Saison de mise-bas :** elle est définie d'après la date de mise-bas selon la définition des saisons météorologiques :

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

**2.5. Taille de la portée :** elle est définie comme le nombre total de chatons nés par portée (vivants et morts) et classée en fonction des quartiles de taille de portée par race : « petite » pour les 25% de portées de plus faible taille dans la race (inférieure à Q1), « moyenne » pour les portées d'effectif situé entre le premier et le troisième quartile ou « grande », pour les portées d'effectif supérieur au troisième quartile (Q3). Les valeurs des quartiles des différentes races sont présentées dans le Tableau 2.

**Tableau 5 :** Quartiles de taille de portée par race

Races/groupes de races	Q1	Médiane	Q3
Abyssin/Somali	2	3	4
Asiatique/Burmese/Burmilla	3	4	5,8
Bengal	3	4	5
Sacré de Birmanie	3	4	4
British Shorthair	3	4	5
Chartreux	3	4	5
Devon Rex	3	4	5
Maine Coon	3	4	6
Chat des forêts norvégiennes	3	4	5
Oriental/Siamois/Balinois/Javanais	3	4	5
Persan/Exotic	2	3	4
Ragdoll	3	4	6
Bleu Russe/Nebelung	3	4	5
Scottish/Highland	3	4	5
Selkirk Rex	3	4	6
Sibérien	3	5	5
Sphinx	3	4	5
Angora turc	3	4	5

### **3. Analyse des données**

La description et l'exploration des données ont été réalisées sous Excel. La modélisation a, quant à elle, été faite sous R (version 4.1.2).

En guise de description, les différents taux de mortalité (mortalité des chatons nés vivants au cours des deux premiers mois ; mortalité totale au cours des deux premiers mois) ont été calculés sur la population et associés à des intervalles de confiance (IC) à 95%.

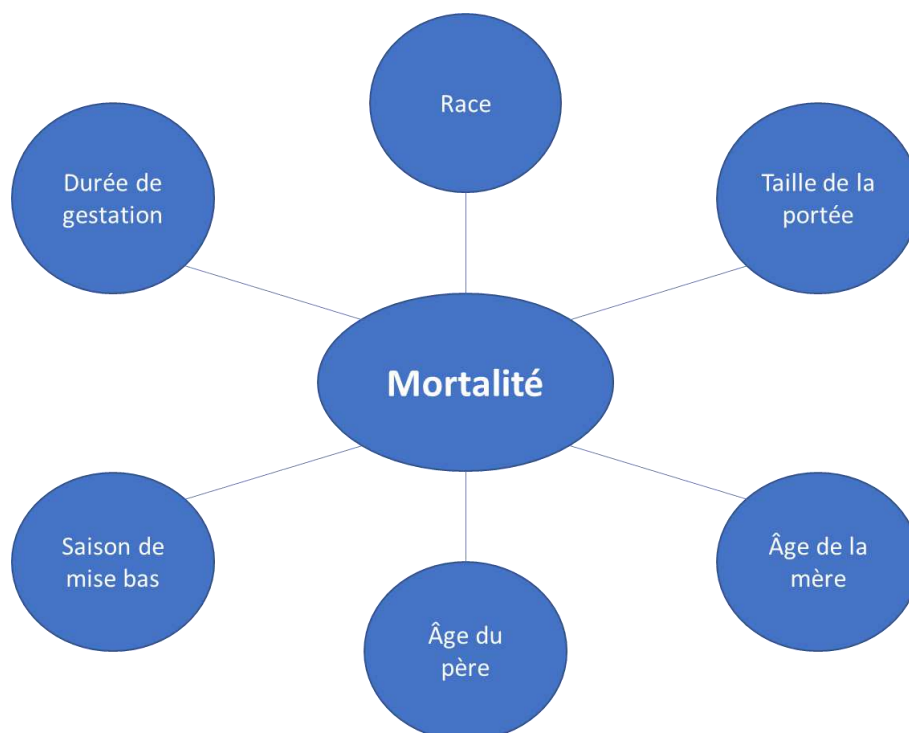
Par la suite, afin d'identifier les facteurs en lien avec la mortalité des chatons, trois modèles linéaires mixtes généralisés ont été construits. Ce type de modèle statistique comporte à la fois des facteurs fixes et des facteurs dits aléatoires. Ces derniers permettent de prendre en compte la non-indépendance des données c'est-à-dire, ici, le fait que des portées issues d'une même mère et d'un même élevage sont potentiellement plus proches entre elles que de portées issues d'autres mères ou d'autres élevages.

Les variables à expliquer étaient : la mortinatalité (0/1) puis la mortalité néonatale et pédiatrique (0/1) et enfin la mortalité globale (0/1). Les prédicteurs considérés étaient la race, la saison de la saillie, l'âge de la mère et du père à la saillie, la durée de la gestation et enfin la taille de la portée. Les variables *Mère* et *Elevage* ont été introduites comme facteurs aléatoires.

Le modèle (Figure 1) s'écrit donc :  $Mortalité \sim Type\ racial + Saison\ de\ la\ saillie + Age\ de\ la\ mère + Age\ du\ père + Durée\ de\ la\ gestation + Taille\ de\ la\ portée + (1|Mère) + (1|Elevage)$ .

Il a été appliqué successivement aux trois taux de mortalité étudiés. Pour chacun des trois modèles considérés, le pouvoir discriminant, c'est-à-dire sa capacité à différencier les portées présentant de la mortalité de celles n'en présentant pas, a été évalué à l'aide d'une courbe ROC (*Receiver Operating Characteristic*) via le calcul de l'aire sous la courbe (AUC).

Un effet était considéré comme significatif lorsque  $p < 0,05$ .



**Figure 3 :** Modèle multivarié initial





# RESULTATS

La base de données initiale comprend 9062 œstrus répartis en 34 races ou groupes de races.

## 1. Nettoyage de la base de données

Les cas avec échec de gestation ou avortement de la totalité de la portée ont été exclus pour ne conserver que les gestations arrivées à terme, soit 7075 gestations (Figure 2). Les mises bas renseignées avec une taille de portée hors norme (supérieure à 13 chatons d'après Sparkes et al., 2006) ont été exclues de l'étude (13 mises bas). Enfin, les races ou groupes de races pour lesquels les effectifs représentés dans la base étaient inférieurs à 20 ont été exclus. A l'issue de ce processus de sélection, la base d'analyse comprend 6964 gestations issues de 18 races ou groupes de races.

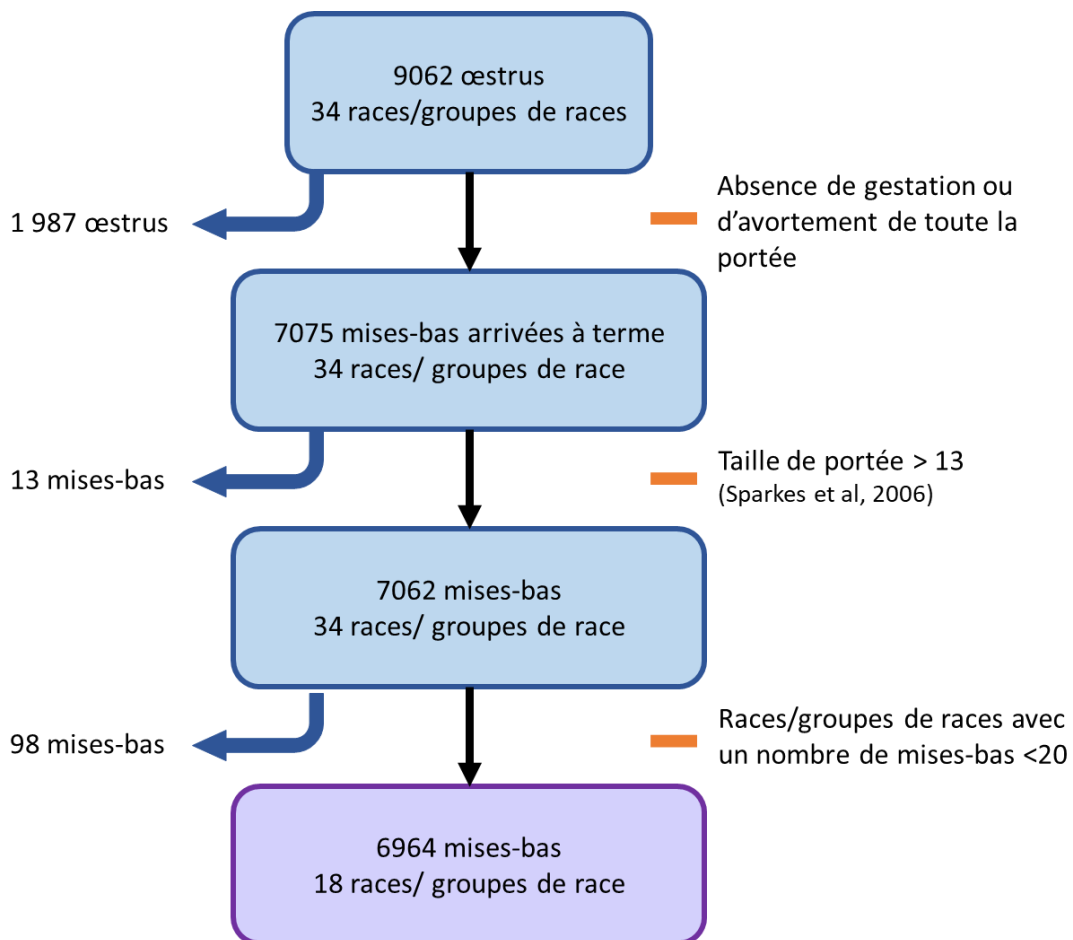


Figure 4 : Diagramme de flux

## **2. Description de la population étudiée**

La population étudiée comprend 1401 élevages, 6964 mises-bas avec 27 482 chatons nés au total, soit 23,5% de la population de chatons enregistrée en France par le LOOF sur la même période (2011-2014 ; n=116 725 pedigrees délivrés ; [www.loof.asso.fr](http://www.loof.asso.fr)). Les effectifs de parents sont de 4446 femelles et 2749 mâles. Le nombre médian de femelles ayant au moins une mise-bas enregistrée dans la base de données par élevage est de 2 [EIQ 1-6] et le nombre médian de portées enregistrées par élevage est de 2 [EIQ 1-5]. La médiane du nombre de mises-bas par femelle est de 1 [EIQ 1-2]. La grande majorité des mâles (93,3%, n=2565) appartiennent au même élevage que la femelle saillie.

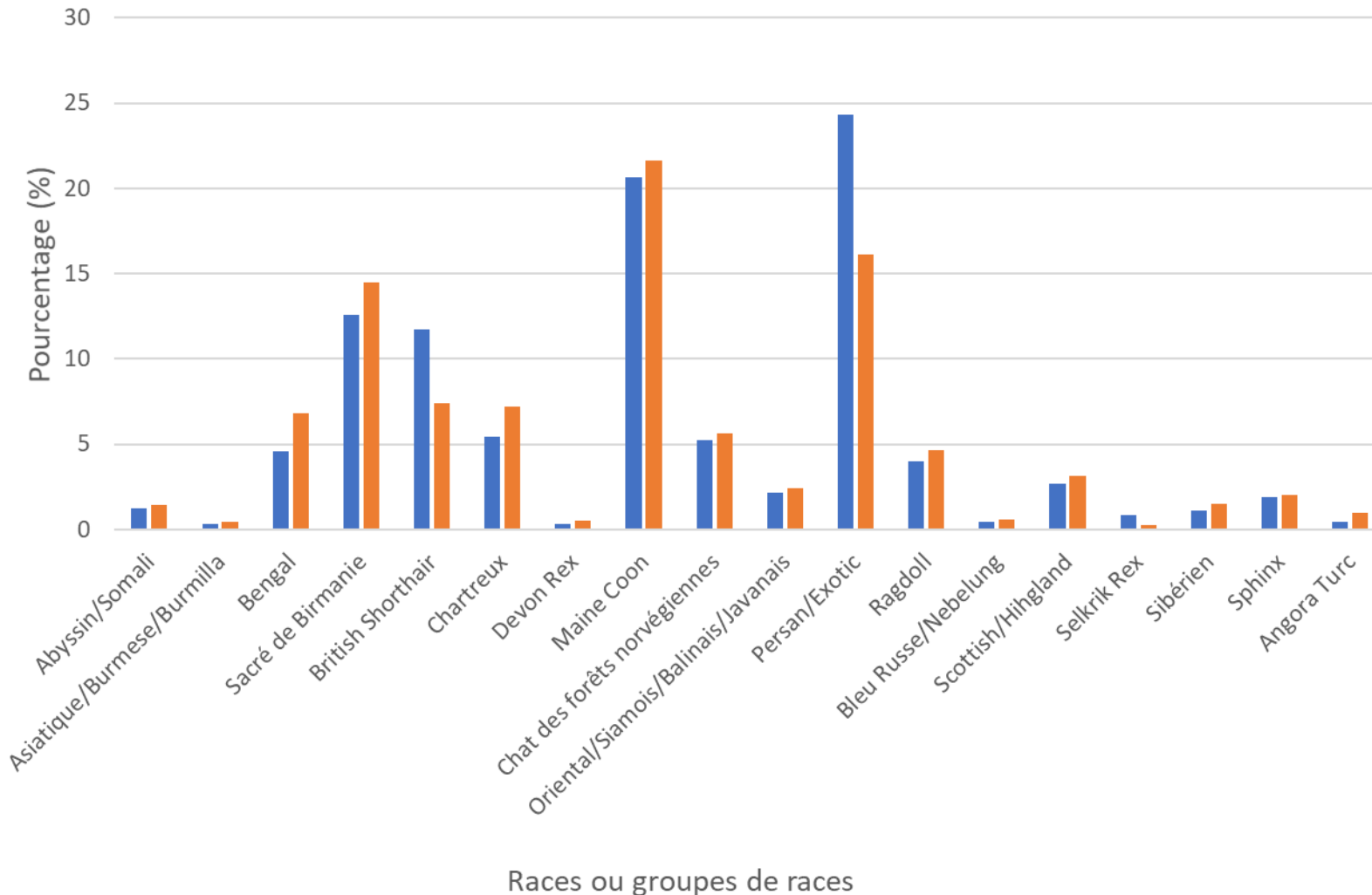
### **2.1 Races et groupes de races**

Après exclusion des races ou groupes de races trop peu représentés (moins de 20 mises-bas), 18 races/groupes de races sont présents dans la population finale. Les trois races les plus représentées sont le Persan/Exotic (24,2% de l'effectif total), suivie du Main Coon (20,7 %), et du Sacré de Birmanie (12,6%) (Tableau 3).

La proportion de chaque race dans notre population a été comparée à la répartition des pedigrees délivrés par race par le LOOF sur la même période (2011-2014) (Figure 3). Les 18 races/groupes de races étudiés (n=113 581) représentent 97,3% de la population totale de chatons enregistrés par le LOOF, composée de 74 races (n=116 725). Les 10 races pour lesquelles le LOOF a délivré le plus de pedigrees entre 2011 et 2014 sont représentées dans notre étude.

**Tableau 6 :** Répartition de la population selon la race et comparaison avec les effectifs enregistrés par le LOOF sur la même période

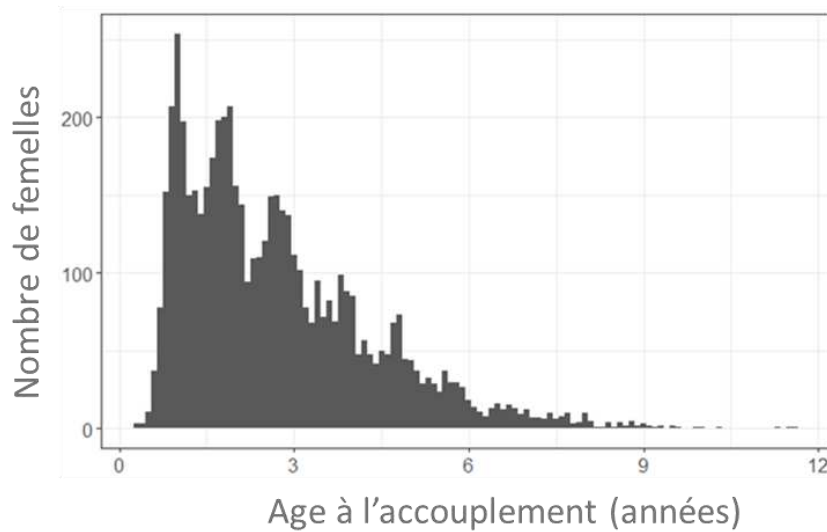
Races/groupes de races	Nombre de portée	Pourcentage au sein de notre population (%)	Pourcentage au sein de la population du LOOF entre 2011 et 2014 (%)
Persan	1693	24,3	16,1
Exotic Shorthair			
Main Coon	1440	20,7	21,7
Sacré de Birmanie	878	12,6	14,5
British Shorthair	819	11,8	7,4
Chartreux	378	5,4	7,2
Chat des forêts norvégiennes	365	5,2	5,7
Bengal	319	4,6	6,8
Ragdoll	279	4,0	4,7
Scottish	186	2,7	3,1
Highland			
Oriental	150	2,1	2,4
Siamois			
Balinais			
Javanais			
Sphinx	131	1,9	2,0
Abyssin	86	1,3	1,4
Somali			
Sibérien	76	1,1	1,5
Selkirk Rex	57	0,8	0,3
Angora turc	32	0,5	1,0
Bleu Russe	31	0,4	0,6
Nebelung			
Asiatique	22	0,3	0,4
Burmese			
Burmilla			
Devon Rex	22	0,3	0,5
<b>Total</b>	<b>6964</b>	<b>100</b>	<b>97,3</b>



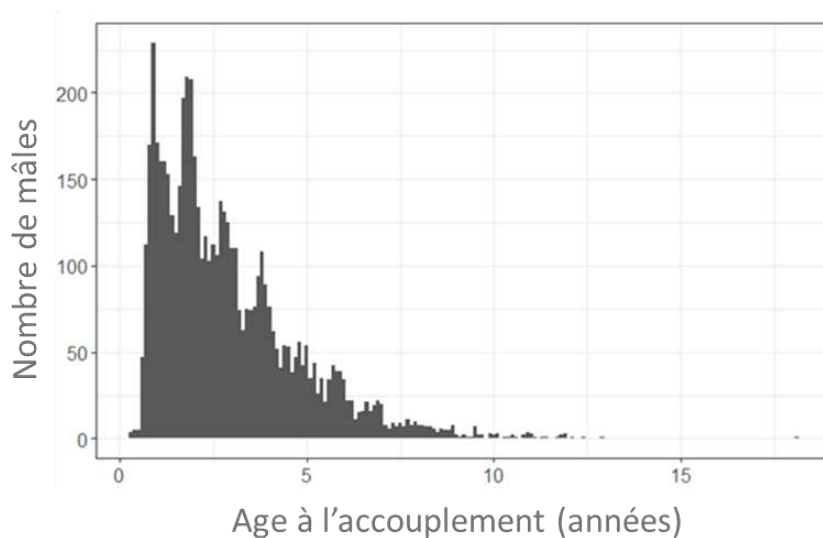
**Figure 3.** Comparaison de la répartition des chatons dans notre population (n = 6964 portées) et dans la population enregistrée par le LOOF sur la même période (n= 116 725 chatons). **En bleu** : Population étudiée ; **En orange** : données du LOOF (nombre de pedigrees délivrés par le LOOF entre 2011 et 2014 pour chaque race / nombre total de pedigrees délivrés par le LOOF entre 2011 et 2014 pour les 18 races/groupes de races représentés ([www.loof.asso.fr](http://www.loof.asso.fr))).

## 2.2 Age des parents

L'âge moyen d'accouplement était de  $2,7 \pm 1,6$  ans (de 4 mois à 11,6 ans,  $n=4446$ ) pour les femelles et  $2,9 \pm 1,9$  ans (de 4 mois à 18,1 ans,  $n=2749$ ) pour les mâles. Un quart des saillies ont été réalisées sur des femelles de moins d'1,5 an et un quart sur des femelles de plus de 3,6 ans (Figure 4). Pour les mâles, un quart des saillies ont été réalisées par des mâles de moins d'1,5 an et un autre quart par des mâles de plus de 3,8 ans (Figure 5).



**Figure 4** : Distribution de l'âge à la saillie pour les femelles ( $n = 4446$ )



**Figure 5** : Distribution de l'âge à la saillie pour les mâles ( $n = 2749$ )

### 2.3 Durée de gestation

La durée moyenne de gestation est de  $64,8 \pm 3,9$  (moyenne  $\pm$  écartype), avec une médiane de 65 jours, un quartile inférieur de 63 jours et un quartile supérieur de 67 jours (Figure 6).

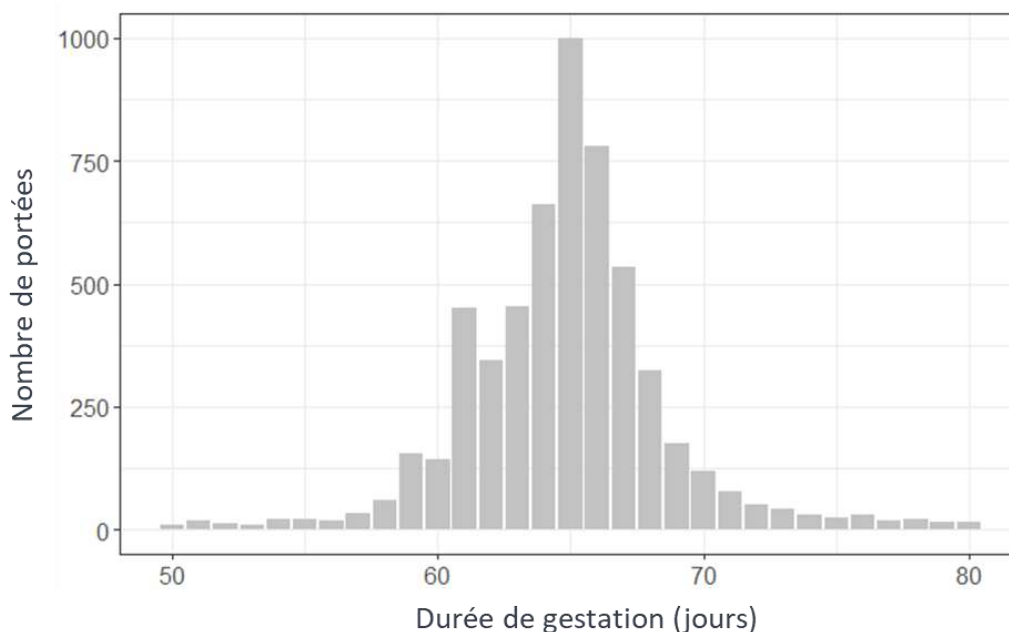
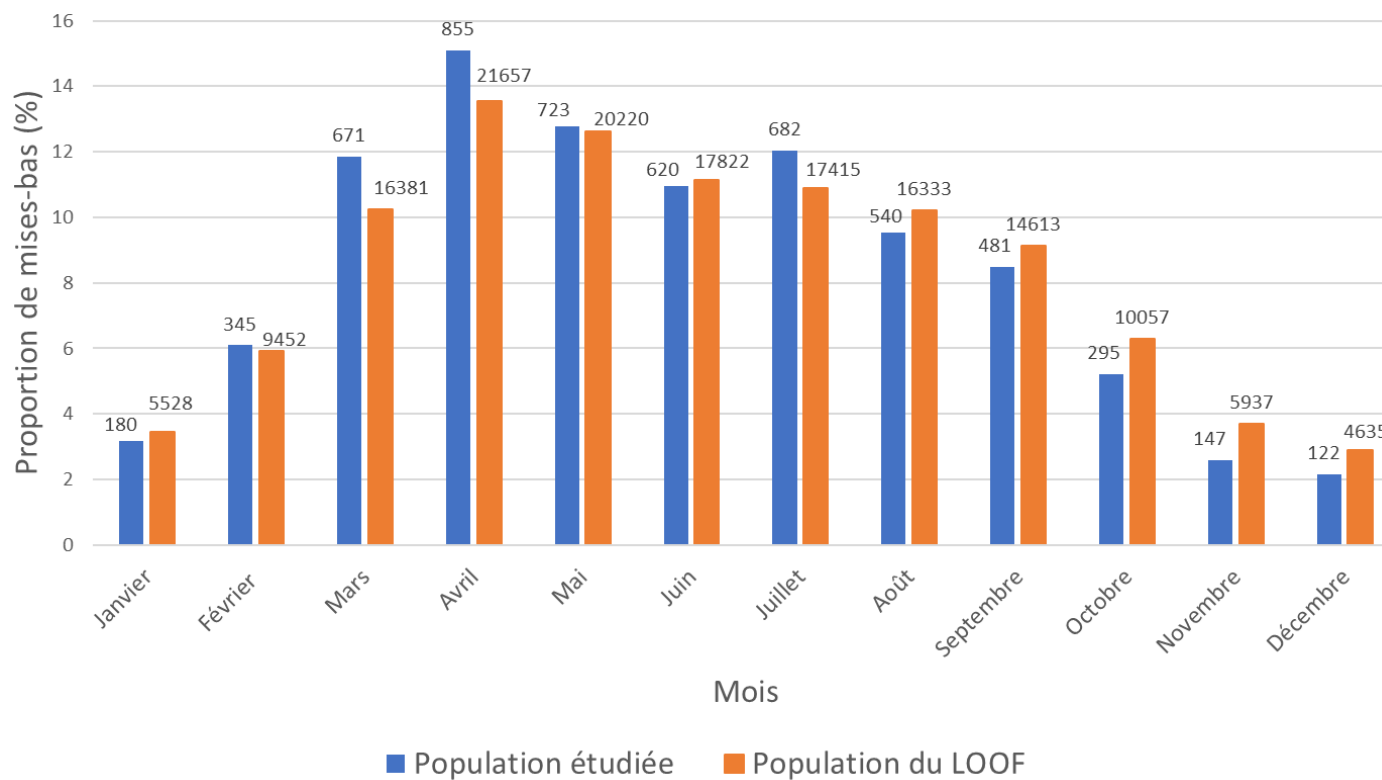


Figure 6 : Distribution de la durée de gestation (n = 6964)

### 2.4 Saison de mise-bas

Sur 6964 mises-bas, 18,7% d'entre elles ne sont pas datées (1303/6964). La majorité (80,8 %) des mises-bas répertoriées ont lieu entre mars et septembre. Les mises-bas se répartissent en 38,8 % au printemps, 30 % en été, 10 % en automne et 21,2 % en hiver (Figure 7).

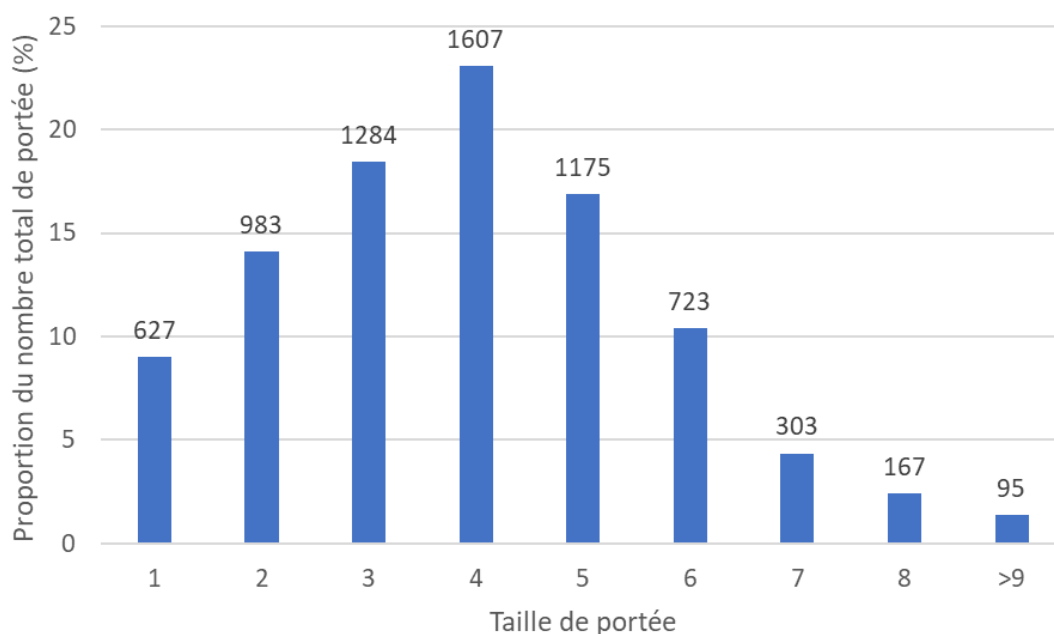


**Figure 7** : Répartition des portées selon la saison de naissance (n=6964 mises-bas) pour notre population et celle du LOOF de 2003 à 2020 (n=160 050 mises-bas) **En bleu** : Population étudiée ; **En orange** : données du LOOF de 2003 à 2020 ([www.loof.asso.fr](http://www.loof.asso.fr)). Les chiffres au-dessus des barres correspondent aux nombres de portées nés chaque mois de l'année.



## 2.5 Taille de portée

La taille moyenne des portées est de  $3,9 \pm 1,9$  chatons (moyenne  $\pm$  écartype). Dans la plupart des mises-bas (58%,  $n=4040$ ), les portées comportent entre 3 et 5 chatons à la naissance ; moins de 8% d'entre elles ( $n=558$ ) en comportent 7 ou plus (Figure 8). Le premier quartile est de 3, la médiane de 4, et le troisième quartile à 5.



**Figure 8 :** Distribution de la taille de portée ( $n= 6964$  portées)

Les chiffres au-dessus des barres correspondent au nombre de portées de chaque taille.

Le sex ratio global des chatons nés est de 0,53 (nombre de mâles divisé par le nombre d'individus totaux composant une portée à la naissance) ; 35% ( $n=2438$ ) des portées comportaient plus de femelles que de mâles, 44% ( $n=3065$ ) plus de mâles que de femelles et 21% ( $n=1463$ ) étaient équilibrées entre les deux sexes.

### 3. Taux de mortalité

Sur les 27 482 chatons composant la cohorte à la naissance, 23 214 sont vivants à 60 jours (Figure 9). La mortalité globale est de 15,5% (IC : 15,1-16,0), répartie en 8,3% (IC : 8,0-8,6) de mortinatalité et 7,9% (IC : 7,6-8,2) de mortalité entre 0 à 60 jours. Vingt pour cent des portées comportent au moins un mort-né (1393/6964), et 14,8% d'entre elles comportent au moins un mort post-natal (1034/6964). Le pourcentage de portées ayant présenté au moins un cas de mortalité (à la naissance ou au cours des deux premiers mois de vie) est de 29,3% (2037/6964).

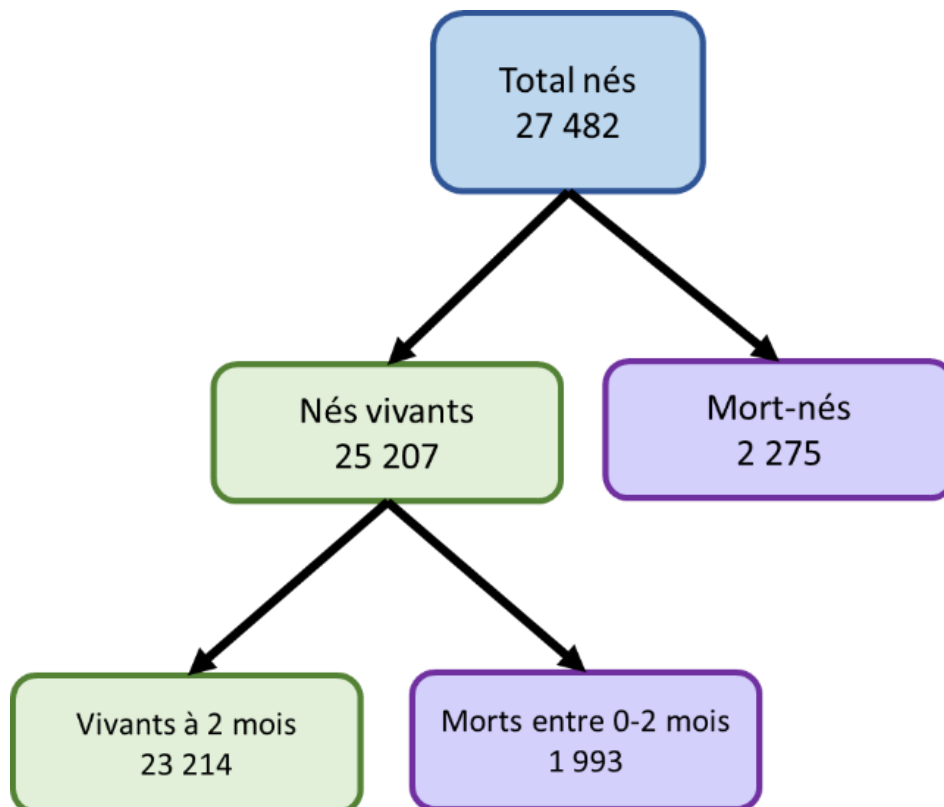


Figure 9 : Distribution des cas de mortalité

#### 4. Analyse multivariée

Le tableau 4 présente les résultats synthétiques des trois modèles. Les modèles sont de qualité correcte, avec des aires sous la courbe (analyse ROC) respectivement de 0,73 pour le taux de mortinatalité, 0,72 for la mortalité post-natale et 0,71 pour la mortalité globale. La race et la taille de portée ont un effet significatif sur l'ensemble des taux de mortalité étudiés alors que l'âge de la mère à la saillie n'a un impact que sur la mortalité post-natale et globale. L'âge du mâle à l'accouplement, la saison de mise bas et la durée de la gestation ne présentent aucun effet sur les taux de mortalité des chatons.

Les résultats détaillés sont présentés dans le Tableau 5.

Tableau 4 : Résultat de l'analyse multivariée ; identification des facteurs de risque des différents taux de mortalité

Facteurs de risque	Mortinatalité	Mortalité néonatale et pédiatrique	Mortalité globale
Elevage (facteur aléatoire)			
Mère (facteur aléatoire)			
Race / Groupe de races	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Saison de mise-bas	0,232	0,314	0,770
Age de la mère à la saillie	0,086	<b>0,015</b>	<b>0,008</b>
Age du père à la saillie	0,847	0,474	0,381
Durée de gestation	0,482	0,706	0,772
Taille de portée	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>

Tableau 5 : Résultats détaillés de l'analyse multivariée

Facteurs	Mortinatalité		Mortalité néonatale et pédiatrique		Mortalité globale	
	P-value	Odds ratio (95% CI)	P-value	Odds ratio (95% CI)	P-value	Odds ratio (95% CI)
<b>Races</b>	<b>0,057</b>		<b>&lt; 0,001</b>		<b>&lt; 0,001</b>	
Abyssin/Somali		<b>1 (Réf.)</b>		<b>1 (Réf.)</b>		<b>1 (Réf.)</b>
Asiatique/Burmese/Burmilla		0,6 (0,1-3,3)		9,2 (1,7-50,4)		1,8 (0,5-6,7)
Bengale		0,6 (0,2-1,4)		1,9 (0,6-5,9)		0,6 (0,3-1,3)
Birman		0,5 (0,2-1,0)		1,4 (0,5-4,2)		0,5 (0,3-1,1)
British		0,6 (0,3-1,3)		2,6 (0,9-7,6)		0,8 (0,4-1,6)
Chartreux		0,4 (0,1-0,9)		1,0 (0,3-3,1)		0,4 (0,2-0,8)
Devon Rex		1,4 (0,3-6,6)		7,7 (1,3-46,5)		1,8 (0,4-7,2)
Maine Coon		0,7 (0,3-1,5)		2,2 (0,8-6,5)		0,8 (0,4-1,7)
Chat des forêts norvégiennes		0,3 (0,1-0,8)		1,6 (0,5-5,3)		0,5 (0,2-1,0)
Oriental/Siamois/Javanais		0,4 (0,2-1,1)		4,2 (1,2-14,4)		0,8 (0,4-1,9)
Persan/Exotic		0,6 (0,2-1,2)		1,8 (0,6-5,3)		0,7 (0,3-1,4)
Ragdoll		0,8 (0,3-1,9)		1,2 (0,4-4,0)		0,6 (0,3-1,4)
Bleu Russe/Nebelung		0,2 (0,0-1,3)		1,2 (0,1-9,4)		0,2 (0,0-1,1)
Scottish/Highland		0,5 (0,2-1,4)		3,1 (1,0-10,2)		0,9 (0,4-2,0)
Selkirk Rex		1,7 (0,5-5,6)		6,6 (1,5-28,5)		2,0 (0,7-5,9)
Sibérien		0,4 (0,1-1,5)		1,7 (0,4-7,3)		0,4 (0,2-1,3)
Sphinx		0,6 (0,2-1,7)		4,9 (1,4-17,1)		1,1 (0,5-2,7)
Angora turc		0,6 (0,1-2,9)		3,6 (0,6-23)		1,0 (0,2-3,9)
<b>Taille de portée</b>	<b>&lt; 0,001</b>		<b>&lt; 0,001</b>		<b>&lt; 0,001</b>	
Grande		1 (Réf.)		1 (Réf.)		1 (Réf.)
Moyenne		0,3 (0,3-0,4)		0,6 (0,5-0,8)		0,4 (0,4-0,5)
Petite		0,1 (0,1-0,2)		0,4 (0,3-0,5)		0,2 (0,2-0,3)
<b>Âge de la mère lors de la saillie</b>	<b>0,086</b>		<b>0,015</b>		<b>0,008</b>	
[1 an -5 ans]		1 (Réf.)		1 (Réf.)		1 (Réf.)
< 1 an		1,3 (1,0-1,7)		1,4 (1,0-1,8)		1,4 (1,1-1,7)
> 5 ans		1,2 (0,9-1,6)		1,4 (1,0-1,8)		1,1 (0,9-1,4)
<b>Âge du père lors de la saillie</b>	<b>0,847</b>		<b>0,474</b>		<b>0,381</b>	
[1 an -5 ans]		1 (Réf.)		1 (Réf.)		1 (Réf.)
< 1 an		0,9 (0,7-1,2)		0,8 (0,6-1,1)		0,9 (0,7-1,1)
> 5 ans		1,0 (0,8-1,3)		1,0 (0,7-1,2)		0,9 (0,7-1,1)
<b>Durée de gestation</b>	<b>0,482</b>		<b>0,706</b>		<b>0,772</b>	
> 67 jours		1 (Réf.)		1 (Réf.)		1 (Réf.)
[63 jours - 67 jours]		0,9 (0,7-1,1)		0,9 (0,7-1,2)		0,9 (0,8-1,1)
< 63 jours		0,9 (0,7-1,2)		1,0 (0,7-1,3)		0,9 (0,8-1,2)
<b>Saison de la mise-bas</b>	<b>0,232</b>		<b>0,314</b>		<b>0,770</b>	
Automne		1 (Réf.)		1 (Réf.)		1 (Réf.)
Hiver		1,1 (0,8-1,5)		0,8 (0,5-1,1)		0,9 (0,7-1,2)
Printemps		0,8 (0,7-1,1)		0,9 (0,7-1,2)		1,0 (0,8-1,2)
Été		0,9 (0,7-1,1)		1,0 (0,8-1,3)		1,0 (0,8-1,2)

## 4.1 Race

Les taux de mortinatalité, de mortalité post-natale et globale varient significativement selon la race. Concernant la mortalité globale, de grandes disparités existent entre les races : de 7,5% pour la race Sibérien à plus de 32% pour les races du groupe Asiatique/Burmese/Burmilla (Figure 10). Le taux de mortinatalité est significativement plus faible pour les races Chartreux (OR : 0,4) et Chat des Forêts norvégiennes (OR : 0,3), le taux de mortalité post-natale est significativement plus élevé dans les races Asiatique/Burmese/Burmilla (OR : 9) et Oriental/Siamois/Balinais/Javanais (OR : 4,2) (Tableau 6). Au final, le taux de mortalité globale est significativement inférieur en race Chartreux (OR : 0,4).

Le ratio entre mortinatalité et mortalité globale est également intéressant à considérer : dans certaines races comme le chat des forêts norvégiennes ou le sphinx, la mortinatalité et la mortalité néonatale et pédiatrique sont équivalentes, alors que dans d'autres races (Devon Rex, Angora turc), le taux de mortalité après la naissance est bien supérieur au taux de mortinatalité.

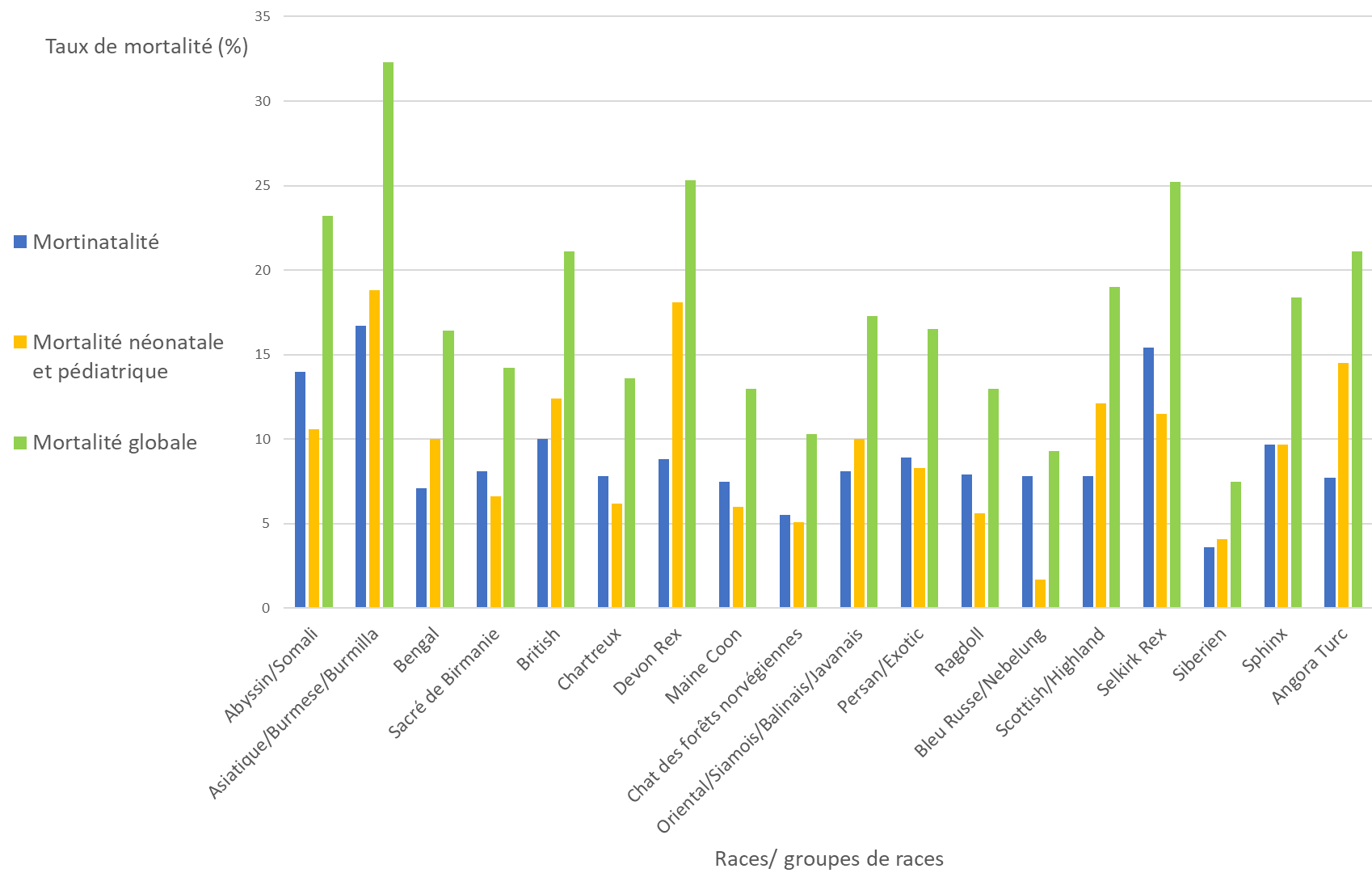


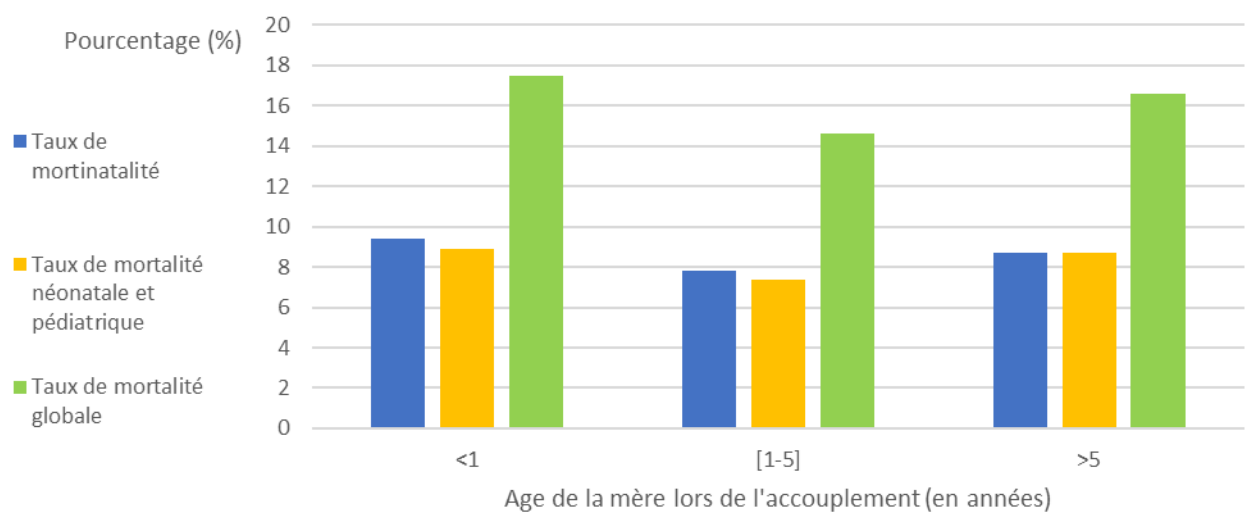
Figure 10 : Taux de mortalité en fonction de la race

**Tableau 6 : Taux de mortalité en fonction de la race**

Race/Groupes de race	Nombre de portées	Taux de mortinatalité (%)	Taux de mortalité post-natale (%)	Taux de mortalité globale (%)
Abyssin/Somali	86	140,	10,6	23,2
Asiatique/Burmese/ Burmilla	22	16,7	18,8	32,3
Bengal	319	7,1	10,0	16,4
Sacré de Birmanie	878	8,1	6,6	14,2
British	819	10,0	12,4	21,1
Chartreux	378	7,8	6,2	13,6
Devon Dex	22	8,8	18,1	25,3
Main Coon	1440	7,5	6,0	13,0
Chat des forêts norvégiennes	365	5,5	5,1	10,3
Oriental/Siamois/ Balinais/Javanais	150	8,1	10,0	17,3
Persan/Exotic	1693	8,9	8,3	16,5
Ragdoll	279	7,9	5,6	13,0
Bleu Russe/Nebelung	31	7,8	1,7	9,3
Scottish/Highland	186	7,8	12,1	19,0
Selkirk Rex	57	15,4	11,5	25,2
Sibérien	76	3,6	4,1	7,5
Sphinx	131	9,7	9,7	18,4
Angora turc	21	7,7	14,5	21,1

## 4.2 Age de la mère à la saillie

L'âge de la mère à l'accouplement influence de manière significative les taux de mortalité globale et post-natale, alors qu'aucun effet n'a été mis en évidence sur la mortinatalité (Figure 11). Les chatons nés de mère immature (<1 an) (avec un taux de mortalité post-natale de 8,9% et 17,5% pour la mortalité globale) meurent 1,2 fois plus que les chatons d'une mère adulte (1-5 ans) (avec 7,4% et 14.6% respectivement).

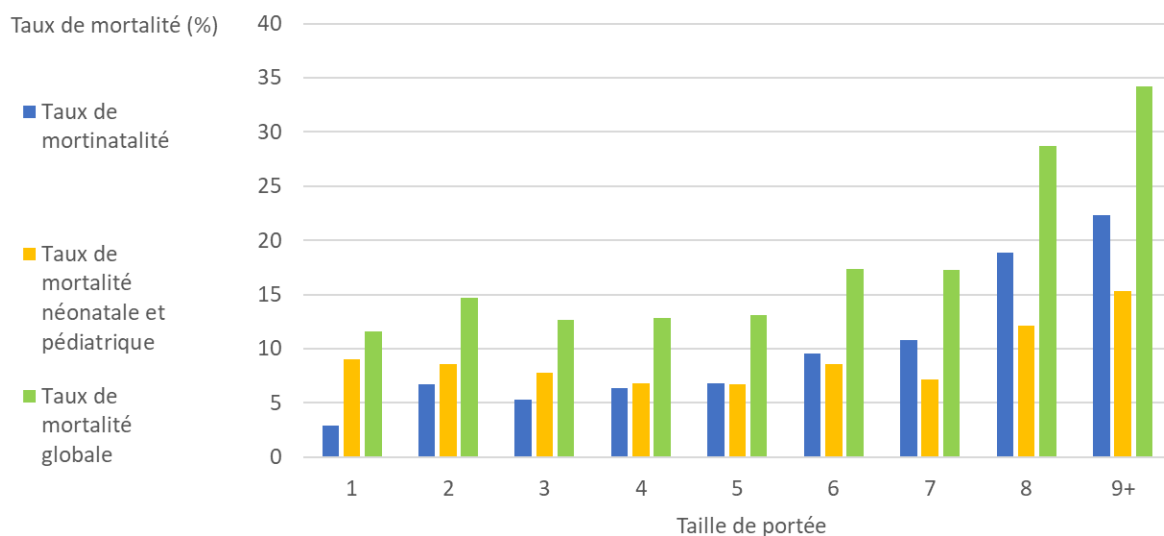


**Figure 11** : Taux de mortalité des chatons en fonction de l'âge de la mère à la saillie (n = 6964 saillies). Les taux de mortalité portant des lettres capitales différentes sont significativement différents ( $p < 0.05$ ).

## 4.3 Taille de portée

La taille de la portée impacte de manière significative le taux de mortalité globale, de mortinatalité et de mortalité post-natale ( $p < 0,001$ ) (Figure 12). Les chatons appartenant à des portées de grande taille ont un risque de mortalité significativement supérieur à celui des chatons issus de portées petites et moyennes et ce, pour les trois taux de mortalité.





**Figure 12 :** Influence de la taille de la portée sur le taux de mortalité (n = 6964 portées)

## **5. Impact de la mortalité globale sur la productivité par race**

A partir de la naissance, la productivité d'une race est affectée successivement par la taille de la portée à la naissance, le taux de mortinatalité et le taux de mortalité post-natale, aboutissant au nombre de chatons vivants au moment de la vente (légalement possible à partir de l'âge de 2 mois en France chez le chaton). Cette étude ayant permis la collecte et le calcul de ces différents paramètres par race, le Tableau 7 récapitule la productivité de chaque race. Les races sont classées par ordre décroissant de taille de portée à la naissance : le classement est ensuite différent en termes de taille de portée à l'âge de deux mois.

Les races qui présentent les taux de mortalité les plus élevés ne sont pas forcément celles qui ont finalement la plus faible productivité numérique : par exemple le Persan avec 16,5% de mortalité post natale présente une productivité numérique plus faible que la race Asiatique/Burmese/Burmilla qui présente pourtant un taux de mortalité deux fois supérieur. Néanmoins, globalement, les plus fortes productivités se trouvent dans les races à faible taux de mortalité (dans la partie inférieure du Tableau 7).

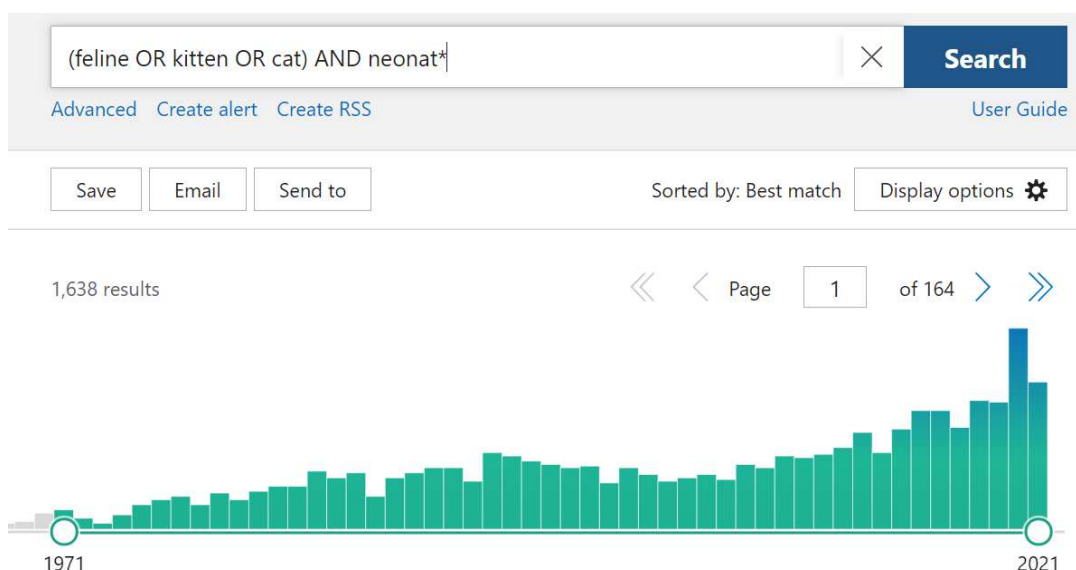
**Tableau 7 : Productivité numérique par race par ordre décroissant basé sur le taux de mortalité globale**

Races/Groupes de races	Nombre de portées	Taille de portée à la naissance		Taux de mortalité globale (%)	Taille de portée à 2 mois	
		Médiane (EIC)	Moyenne ( $\pm$ SD)		Médiane (EIC)	Moyenne ( $\pm$ SD)
Asiatique/Burmese/Burmilla	22	4 (3-5.8)	4,4 ( $\pm$ 2.2)	32,3	3 (1.2-4)	3,0 ( $\pm$ 2.2)
Devon Dex	22	4 (3-5)	4,1 ( $\pm$ 1.4)	25,3	3 (2-4)	3,1 ( $\pm$ 2.0)
Selkirk Rex	57	4 (3-6)	4,3 ( $\pm$ 1.8)	25,2	3 (2-5)	3,2 ( $\pm$ 1.8)
Abyssin/Somali	86	3 (2-4)	3,3 ( $\pm$ 1.4)	23,2	3 (2-3)	2,5 ( $\pm$ 1.3)
British	819	4 (3-5)	4,0 ( $\pm$ 1.8)	21,1	3 (2-4)	3,2 ( $\pm$ 1.8)
Angora turc	21	4 (3-5)	4,4 ( $\pm$ 1.8)	21,1	4 (2-5)	3,5 ( $\pm$ 1.9)
Scottish/Highland	186	4 (3-5)	3,8 ( $\pm$ 1.8)	19,0	3 (2-4)	3,1 ( $\pm$ 1.7)
Sphinx	131	4 (3-5)	4,0 ( $\pm$ 1.9)	18,4	3 (2-4)	3,3 ( $\pm$ 1.8)
Oriental/Siamois/Balinais/Javanais	150	4 (3-5)	4,4 ( $\pm$ 2.1)	17,3	4 (2-5)	3,6 ( $\pm$ 1.9)
Persan/Exotic	1693	3 (2-4)	3,4 ( $\pm$ 1.6)	16,5	3 (2-4)	2,8 ( $\pm$ 1.6)
Bengal	319	4 (3-5)	4,1 ( $\pm$ 1.8)	16,4	4 (2-5)	3,4 ( $\pm$ 1.9)
Sacré de Birmanie	878	4 (3-4)	3,7 ( $\pm$ 1.6)	14,2	3 (2-4)	3,2 ( $\pm$ 1.5)
Chartreux	378	4 (3-5)	4,1 ( $\pm$ 2.0)	13,6	4 (2-5)	3,6 ( $\pm$ 1.8)
Main Coon	1440	4 (3-6)	4,4 ( $\pm$ 2.0)	13,0	4 (2-5)	3,9 ( $\pm$ 2.0)
Ragdoll	279	4 (3-6)	4,5 ( $\pm$ 1.8)	13,0	4 (3-5)	3,9 ( $\pm$ 1.8)
Chat des forêts norvégiennes	365	4 (3-5)	4,2 ( $\pm$ 1.8)	10,3	4 (3-5)	3,8 ( $\pm$ 1.7)
Bleu Russe/Nebelung	31	4 (3-5)	4,2 ( $\pm$ 2.1)	9,3	4 (3-5)	3,8 ( $\pm$ 1.6)
Sibérien	76	5 (3-5)	4,4 ( $\pm$ 1.5)	7,5	4 (3-5)	4,0 ( $\pm$ 1.7)



## DISCUSSION

Depuis les années 1970, l'intérêt scientifique et clinique pour la néonatalogie féline augmente progressivement (Figure 13) : alors que 10 articles par an portaient sur ce sujet en moyenne dans les années 70, la base de données PubMed en recense 34,5 par an en moyenne au cours des années 90 et ce chiffre atteint 58,4 par an au cours des années 2010. Mais seulement 20 de ces publications s'intéressent à la mortalité néonatale des chatons. Le présent travail avait pour objectif de quantifier la mortinatalité et la mortalité post-natale dans l'espèce féline, ainsi que d'identifier d'éventuels facteurs de risque, en vue de les contrôler.



**Figure 13** : Production scientifique annuelle concernant la néonatalogie féline (base de données Pubmed, avec la recherche « (feline OR kitten OR cat) AND neonat\* »)

### **1. Représentativité de la population**

La collecte automatisée des données via un logiciel de gestion d'élevage a permis la constitution d'une population de grande taille (9062 œstrus, 6964 gestations, 27 482 chatons). Cette base de données est à l'heure actuelle la plus grande population de chatons étudiée dans le Monde (Tableau 3). Elle recense près de 25% de l'ensemble des chatons

de race pure nés en France sur la période, soit une proportion très élevée. La composition raciale de notre population est globalement similaire à celle de la population générale des chatons nés en France (Figure 3 et Tableau 3). Notre population est composée de portées de 18 races (ou groupe de races) différentes, avec des données récoltées à l'échelle du territoire français dans un nombre d'élevages important (1401 élevages différents) : cette variété permet d'identifier des facteurs de risque de valeur générale, indépendants d'une race ou d'une conduite d'élevage particulière.

## **2. Nature des données collectées**

Les données utilisées dans cette étude ont été récoltées grâce à un logiciel en ligne dédié à la gestion de l'élevage (Breeding Management Support®, BMS, Royal Canin, Aimargues, France). Les éleveurs rentraient eux-mêmes les informations concernant leur élevage, leurs reproducteurs, leur saillies, gestations, mises-bas et leurs chatons. Les données récoltées étaient à usage interne, avec pour but d'assister l'éleveur dans la gestion de son élevage. Ces informations n'ayant pas de visée déclarative ou financière, les éleveurs n'avaient aucun avantage à en censurer ou modifier certaines. Néanmoins, il est possible qu'ils n'aient pas renseigné des données qui n'auraient pas eu d'intérêt opérationnel pour eux, comme le nombre de chatons mort nés. Il n'est pas possible de vérifier l'exactitude des données enregistrées. Seules les erreurs de frappe, conduisant à des valeurs improbables (comme une taille de portée exagérée) ont pu être détectées. En France, les informations concernant les naissances de chatons de race pure sont déclarées au LOOF ; mais seules les informations nécessaires à l'établissement des pedigrees sont transmises et peuvent l'être jusqu'à 8 semaines après la naissance. Aucune information concernant les chatons nés morts ou morts avant la déclaration (payante, au prorata du nombre de chatons déclarés) n'est donc communiquée par ce processus. Il n'existe donc pas de système centralisé collectant des informations fiables quant aux performances de reproduction (incluent la mortalité des chatons) à l'heure actuelle en France. La filière féline ne dispose donc d'aucun indicateur de performances, à la différence de beaucoup d'autres espèces de production, comme les bovins ou les porcins.

Le logiciel ne délivre cependant que des informations incomplètes au regard de la mortalité des chatons : la date de la mort est inconnue, seules sont distinguées la mortinatalité et la mortalité au cours des deux premiers mois d'un animal né vivant.

L'étude ne permet donc pas d'étudier séparément les facteurs de risque de la mortalité néonatale (0-21 jours) et de la période pédiatrique (au-delà de 21 jours). Aucun résultat d'éventuelles analyses post-mortem (histologie, PCR,...) ne pouvait non plus être enregistré dans le système. Enfin, les données sont enregistrées à l'échelle de la portée et non du chaton : c'est la raison pour laquelle par exemple, il n'a pas été possible d'étudier si le sexe du chaton était un facteur de risque de mortalité (les données permettent de connaître le nombre de femelles et le nombre de mâles à la naissance puis le nombre de morts au cours des deux premiers mois de vie mais le système n'enregistre pas quel est le sexe des chatons morts).

### **3. Taux de mortalité**

#### **3.1. Confrontation des résultats à la littérature**

La mortalité du chaton en élevage a été étudiée, à des périodes, des lieux géographiques différents, sur des populations de taille variable et issue de nombre d'élevages différents (Tableau 8).

Dans notre étude, nous avons obtenu un taux de mortinatalité de 8,5% sur l'ensemble des chatons nés (n=27 482) et un taux de mortalité post-natale de 8,0% sur l'ensemble des chatons nés vivants (n=25 207). La mortalité totale est de 15,5%. Les différents taux rapportés dans la littérature sont du même ordre : 4,7% à 11,6% pour la mortinatalité, 8,1% à 15,7% pour la mortalité post-natale et 15% à 29,1% pour la mortalité totale ( Prescott, 1973; Jemmett and Evans, 1977; Povey, 1978; Scott et al., 1978; Root et al, 1995; Momozawa, 2003; Sparkes et al., 2006; Musters et al., 2011; Stenkiste, 2009; Ström Holst and Frössling, 2009) (Tableau 8).

Il est au final assez difficile de comparer les taux de mortalité entre études car les années étudiées et les pays concernés ne sont pas toutes les mêmes : or les moyens vétérinaires ont pu s'améliorer au cours du temps, plus d'attention est portée au bien-être animal, les conduites d'élevage s'améliorent également. De plus, les définitions des taux de mortalité et des périodes de développement du chaton sont souvent différentes d'une étude à l'autre.

Si l'on se place à l'échelle de la portée, dans notre base de données, 20% des portées comportent au moins un mort-né. Cette valeur approche les 23% décrits par Ström Holst and Frössling (2009) dans leur étude portant sur 694 portées issues de 265 élevages. Au total, près d'une portée sur trois connaît la perte d'un chaton, à la naissance ou au cours des deux premiers mois de vie.

### **3.2. Comparaison aux autres espèces**

Il est intéressant de comparer les données récoltées chez le chaton avec celles d'autres espèces d'élevage et/ou ayant la même stratégie évolutive (multipare avec des jeunes nidicoles). Idéalement, cette comparaison doit se faire entre des études temporellement proches où les moyens technologiques, les connaissances et les visions en terme d'éthique et de bien-être animal sont équivalents. Le Tableau 9 présente une comparaison d'études françaises récentes menées sur des bases de données de grande taille.

Si l'on compare les résultats dans notre étude à ceux calculés pour l'espèce canine sur la même période avec le même logiciel de récolte de données (Chastant-Maillard et al., 2017b), tous les taux de mortalité (mortalité néonatale, post-natale et globale) sont plus importants chez le chat (Tableau 9). Par ailleurs, le taux de mortalité néonatale dans l'espèce féline est inférieur à celui du porc, avec un taux de mortalité néonatale compris entre 12,1 et 20,7% (Herpin et al., 2001; Lemoine et al., 2019). Le taux de mortalité néonatale du bovin a quant à lui été calculé sur une très grande base de données nationale : il est de 9,3% (Raboison et al., 2014). Il est néanmoins important de rappeler que la période de mortalité néonatale diffère d'une espèce à l'autre (1 mois chez le porc et le bovin, 21 jours chez le chiot et le chaton). De plus, dans notre étude, la mortalité néonatale seule n'est pas connue. Seule la mortalité appelée post-natale (comprenant la période néonatale et pédiatrique) est calculée faute de données sur le jour précis de décès.

**Tableau 8 : Taux de mortalité des chatons – Analyse de la littérature (\*Valeurs recalculées)**

Etudes	Pays	Nombre de chatons	Nombre de portées	Nombre d'élevage	Taux de mortalité	Taux de mortalité post-natale (2 mois)	Taux de mortalité globale (naissance-2mois)
Stara et Berman, 1937	UK	176	-	-	NE	NE	13.7%
Lamotte et Short, 1966	UK	3 060	-	-	NE	NE	16.7%
Rutty et Smith, 1967	UK	775	-	-	NE	NE	18%
Quinn et Pearson, 1968	UK	667	-	-	NE	NE	23%
Young, 1973	UK	633	-	-	NE	NE	14.7%
Jemmett and Evans, 1977	UK	-	125	59	5,9%	NE	NE
Root et al., 1995	-	14 mères			4,7%	NE	29,1%
Sparkes et al., 2006	UK	4 819		142	7,2%	9,1%	NE
Stenkiste, 2009	FR	-	312	186	5,6%	9,4% (48h-8sem)	15%
Ström Holst and Frössling, 2009	Suède	-	-	265	9,7%	8,3% (sem 1-12)	NE
Fournier et al., 2017	FR	28 065	-	1 076	8,5%	8,2%	16%
Notre étude	FR	27 482	6 964	1 401	8,3%	7,9%	15,5%
Romagnoli et al., 2019	Italie	1 422	337	26	11,8%	14%	NE
Socha et al, 2019	Pologne	Main Coon	52	-	12,5%	NE	NE



Tableau 9 : Comparaison des taux de mortalité étudiés avec ceux d'autres espèces d'intérêt en France

Etudes	Espèce	Population	Taux de mortinatalité	Taux de mortalité post-natale (2 mois)	Taux de mortalité globale (naissance-2mois)
Notre étude	Chat	27 482 chatons	8,3%	7,9%	15,5%
Chastant-Maillard et al., 2017b	Chien	204 537 chiots	7,4%	6,6%	13,4%
Herpin et al., 2001	Porc	252 porcelets	8,1% (0-24h)	NE	12,1% (0-21j)
Lemoine et al., 2019	Porc	1992 porcelets	7,5%	20,7% (0-28j)	NE
Raboisson et al, 2014, 2011	Bovin	3,8 millions de veaux	6,7% entre 0-2j	5,7% entre 3-30j	NE

\*Valeurs recalculées

## **4. Facteurs de risque**

Les paramètres que nous avons pris en compte dans le modèle multivarié (race/groupe de races, taille de la portée, âge de la femelle et du mâle à l'accouplement, durée de gestation) apparaissent dans d'autres études sur la mortalité des chatons (Tableau 10), Les résultats sont concordants pour la race et la taille de la portée, mais pas pour l'âge à l'accouplement, la saison de mise bas ni pour la durée de la gestation,

### **4.1. Race et groupes de races**

#### *4.1.1 Variabilité des taux de mortalité chez le chaton*

En plus de définir des taux de mortalité à l'échelle de l'espèce féline, notre étude permet de mettre en évidence un « effet race » sur la mortalité des chatons, comme l'avaient fait Prescott (1973); Sparkes et al, (2006); Ström Holst and Frössling, (2009) et Musters et al, (2011),

Les races Sibérien et Chat des Forêts Norvégiennes présentent des taux de mortalité plus faibles que les autres races, Leurs taux de mortinatalité sont compris entre 3,6% et 5,5%, leurs taux de mortalité postnatale entre 4,1% et 5,1% et leurs taux de mortalité totale entre 7,5% et 10,3%,

Les races constituant le groupe «Asiatique/Burmese/Burmilla » présentent les taux de mortinatalité les plus élevés, entre 8,0% et 17,0%, contrairement aux résultats de Musters et al, (2011) où le groupe « British » est en tête, Ce dernier conserve tout de même des taux de mortalité élevé dans notre étude avec 21,1% de mortalité globale,

Le Persan, la race la plus sujette à la mortinatalité et à la mortalité post-natale d'après la littérature (Prescott, 1973; Povey, 1978 ; Scott et al., 1978; Sparkes et al., 2006; Stenkiste, 2009; Ström Holst and Frössling, 2009 ; Musters et al., 2011) présente, dans notre étude, des taux de mortinatalité et de mortalité post-natale approchant la moyenne : respectivement 8,9% et 8,3%,

Le taux de mortalité global de chaque race a évidemment un impact sur le nombre de chatons atteignant l'âge de 2 mois, mais comme le montre le Tableau 7, la productivité d'une race ne dépend pas uniquement du taux de mortalité, qui peut être compensé par la prolificité (taille de la portée à la naissance), Par exemple, le groupe

«Asiatique/Burmese/Burmilla » avec une taille moyenne de portée à la naissance de 4,4 chatons, est en tête, Mais lorsqu'on calcule la taille moyenne de portée à 2 mois avec un taux de mortalité globale de 32,3%, ce chiffre tombe à 3,0, A l'opposé, le sacré de Birmanie avec une taille moyenne de portée à la naissance plus faible, à 3,7, se retrouve avec 3,2 chatons à 2 mois d'âge, soit plus que le groupe «Asiatique/Burmese/Burmilla » grâce à un taux de mortalité globale plus faible (14,2%)

#### *4.1.2 Rentabilité d'une race*

Afin de mieux juger de la rentabilité d'une race par rapport à une autre, il serait intéressant de multiplier par le prix de vente moyen d'un chaton de la race considérée et ainsi obtenir une approximation du chiffre d'affaires, Mais aucune donnée fiable n'est disponible pour une race donnée, De plus, les prix de vente varient du simple au double au sein d'une même race en fonction de la rareté de la robe, des prix reçus par les parents ou de la destination du chaton (reproduction ou non) par exemple, Il serait également indispensable de tenir compte des coûts associés à l'entretien d'une femelle depuis sa naissance (ou son achat) jusqu'à la naissance de ses chatons (alimentation), vaccinations, frais vétérinaires, dépistage génétique ou phénotypique...), Certains coûts sont très dépendants de la race, comme les frais vétérinaires (frais de césarienne, soins liés aux prédispositions de la race pour certaines pathologies, tests génétiques), les coûts alimentaires (dépendants du format racial et de la nécessité de régimes spéciaux dans certaines races) et le prix de la saillie par un mâle extérieur à l'élevage, Les coûts liés à la promotion des reproducteurs ou de l'élevage (déplacements et inscriptions en exposition, publicité), ainsi que le coût de la main d'œuvre dépendant de la taille et de la structure de l'élevage doivent également être pris en compte. Le simple calcul du chiffre d'affaires d'après le nombre de chatons vivants à l'âge de 2 mois est donc largement insuffisant pour décrire la rentabilité d'une race.

Tableau 10 : Comparaison des paramètres étudiés avec la littérature

NE : Non évalué

Paramètres	Etudes	Description de la population	Impact sur la mortinatalité	Impact sur la mortalité post-natale	Impact sur la mortalité globale
<b>Races/groupes de races</b>	Notre étude	27482 chatons, 1401 élevages	Oui (p<0,001)	Oui (p<0,001)	Oui (p<0,001)
	Musters et al., 2011	887 chatons, 116 élevages	Oui (p=0,02)	Non	Non
	Sparkes et al., 2006	4819 chatons, 142 élevages	Oui	Oui	Oui
	Ström Holst and Frössling, 2009	265 élevages	Oui (p=0,001)	Oui (p=0,004)	NE
	Prescott, 1973	388 Siamois et 226 Persans	Oui	NE	NE
<b>Age et accouplement</b>	Notre étude	27482 chatons, 1401 élevages	Non (p=0,086)	Oui (p=0,015)	Oui (p=0,008)
	Ström Holst and Frössling, 2009	265 élevages	Oui (p<0,001)	Femelles de moins d'un an (p=0,006)	NE
	Prescott, 1973	388 Siamois et 226 Persans	Oui	NE	NE
<b>Saison de mise-bas</b>	Notre étude	27482 chatons, 1401 élevages	Non (p=0,232)	Non (p=0,314)	Non (p=0,770)
	Ström Holst et al., 2009	265 élevages	Oui	NE	NE
<b>Taille de la portée</b>	Notre étude	27482 chatons, 1401 élevages	Oui (p<0,001)	Oui (p<0,001)	Oui (p<0,001)
	Nutter et al., 2004	169 chatons errants	NE	Oui (p=0,10)	NE
	Lawler 1984, 2008	294 chatons Shorthair	NE	Oui	NE
	Sparkes et al., 2006	4819 chatons, 142 élevages	Oui	NE	NE
	Ström Holst and Frössling, 2009	265 élevages	Oui (p<0,001)	Oui (p=0,001)	NE
<b>Durée de gestation</b>	Notre étude	27482 chatons, 1401 élevages	Non (p=0,847)	Non (p=0,474)	Non (p=0,381)
	Prescott, 1973	388 siamois et 226 persans	Oui	NE	NE
	Sparkes et al., 2006	4819 chatons, 142 élevages	Oui	NE	NE
	Strenkiste, 2009	186 élevages, 312 portées	Oui	NE	NE

## 4.2 Age à l'accouplement

L'âge de la femelle influe sur la mortalité post-natale et globale des chatons, Dans notre étude, les jeunes reproductrices et les reproductrices âgées de plus de 5 ans et de moins de 1 an sont associées à des taux de mortalité globale plus importants (respectivement 16,6 % et 17,5%) que les reproductrices âgées de 1 à 5 ans (14,6%), L'âge de la mère ne semble pour autant pas impacter la mortinatalité, Ces résultats ne sont donc qu'en partie en accord avec ceux de Ström Holst and Frössling (2009), pour lesquels le taux de mortinatalité est supérieur chez les chattes âgées de plus de 5 ans et le taux de mortalité post-natale supérieur chez les chattes de moins d'un an, Cet effet de l'âge se confond probablement avec l'effet de la parité, variable qui n'était pas renseignée dans notre base de données, puisque les chattes de moins d'un an sont probablement très majoritairement primipares,

Les chattes primipares étant plus à risque de dystocie que les multipares (Sparkes et al., 2006) et les mises-bas dystociques étant associées à de plus forts taux de mortinatalité et de mortalité post-natale que les mises-bas eutociques (Sparkes et al., 2006; Ström Holst and Frössling, 2009), il était attendu que les taux de mortalité soient supérieurs dans les portées issues de chattes âgées de moins d'un an, Les dystocies s'accompagnant d'hypoxie, elles entraînent une augmentation du taux de mortinatalité ; mais les conséquences de l'hypoxie peuvent intervenir à plus long terme, avec une moindre consommation de colostrum puis de lait, une moindre résistance à l'hypothermie et donc finalement une augmentation de la mortalité au cours des premiers jours de vie, Les chatons nés vivants mais ayant souffert au cours de la mise-bas peuvent tarder à ingérer le colostrum de leur mère, Dans l'espèce féline, l'ingestion de colostrum doit se faire de façon idéale dans les 12 heures suivant la naissance, Au-delà de 16 heures, le taux d'absorption des immunoglobulines de type G est nul (Casal et al., 1996), L'espèce féline, étant une espèce à placentation endothélio-choriale, le chaton naît agammaglobulinémique et plus de 97% des immunoglobulines circulantes à 24 heures de vie proviennent du colostrum, Un retard dans la prise colostrale est donc associée à un déficit de transfert de l'immunité passive et ainsi à une augmentation du taux de mortalité néonatale (Chastant-Maillard et al., 2017a; Claus et al., 2006), Le colostrum, en plus d'assurer le transfert d'immunoglobulines de la femelle aux chatons, constitue une source

d'énergie considérable pour le nouveau-né (Chastant-Maillard et al., 2017a), L'hypoxie associée à la privation de colostrum sont des facteurs prédisposant à la septicémie et aux entérocolites nécrosantes (Lawler, 2008),

D'autres facteurs, directement reliés à la chatte et à son âge, peuvent perturber l'ingestion de colostrum et, par ce biais, avoir un impact sur la mortalité des chatons, Les primipares ont un comportement maternel souvent moins prononcé que celui des multipares, De plus, des données établies chez les chiots suggèrent que la qualité des échanges foetomaternels durant la gestation pourrait diminuer avec l'âge de la mère : la glycémie des chiots à la naissance a tendance à diminuer avec l'augmentation de l'âge de la chienne (Mila, 2015), L'hypoglycémie étant une des causes de mortalité prépondérantes chez le chaton en période néonatale (Lawler, 2008), l'âge de la chatte pourrait par ce biais jouer un rôle dans la mortalité des chatons,

#### **4.3. Saison de mise-bas**

La saison de mise bas ne semble pas impacter la mortalité du chaton en élevage, L'immense majorité des élevages félines ont une pratique exclusivement ou en partie (à minima la maternité) en intérieur, Le milieu et notamment la température ambiante sont contrôlés, Pour autant, Ström Holst and Frössling (2009) montrent une augmentation du taux de mortinatalité en hiver en corrélation avec un nombre de césariennes augmenté à la même période,

#### **4.4. Taille de portée**

Un autre facteur affectant la mortalité est la taille de la portée, Dans notre étude, les portées de grande taille sont davantage concernées par la mortinatalité, la mortalité post-natale et la mortalité globale que les autres portées, comme l'avaient publié Sparkes et al., (2006) et Ström Holst and Frössling (2009), Le taux de mortalité globale des petites portées est de 13% alors qu'il est de 24,4% pour les grandes portées,

Ces résultats peuvent s'expliquer de diverses façons, Avant toute chose, les portées de grande taille (comme celles de petite taille d'après Lawler and Monti, 1984) sont plus à risque de dystocie (Sparkes et al., 2006), D'autre part, la taille de la portée influence le poids des chatons à la naissance, lequel est un facteur de risque de mortalité (Mugnier et al., 2021), constat que Sparkes et al., (2006) et Gatel et al., (2011) avaient aussi vérifié,

L'augmentation du risque de mortalité chez les nouveau-nés de faible poids de naissance (Mila, 2015; Mugnier et al, 2019, 2020, 2021; Dolan et al., 2021) peut s'expliquer entre autres par un ratio « surface corporelle sur masse corporelle » élevé, Ils ont donc des difficultés à maintenir une température corporelle adéquate, Les conséquences de cette hypothermie débutante sont une moindre capacité à téter et par conséquent à réguler leur glycémie (Grundy, 2006), Un chaton qui ne se nourrit pas continue de descendre en température et c'est alors un cercle vicieux qui se met progressivement en place, Or un faible poids de naissance prédispose à l'hypoglycémie à 24 heures de vie (Mila, 2015),

Un autre facteur pouvant rentrer en jeu est la compétition dans le partage de la production lactée : dans les grandes portées, les nouveau-nés les moins vigoureux ont un accès restreint aux mamelles et donc au colostrum et au lait (Hudson et al., 2009),

Enfin, il est plus facile pour une chatte d'apporter des soins adéquats à tous les individus d'une petite portée que d'une grande,

#### **4.5. Durée de gestation**

Dans notre étude, la durée de gestation n'exerce pas d'effet sur la mortalité, contrairement à ce qu'ont observé Prescott (1973), Sparkes et al, (2006) et Stenkiste, (2009), Pourtant, il ne semblerait pas incohérent que celle-ci impacte la mortalité chez le chaton : les durées de gestation longues sont plutôt associées à des tailles de portée réduites ; l'allongement de la durée de gestation s'accompagne d'une augmentation du poids des chatons à la naissance et donc d'une diminution du risque de mortalité néonatale (Sparkes et al, 2006; Stenkiste, 2009),

## **5. Autres facteurs de risque de mortalité**

Notre étude a étudié l'impact de seulement 5 facteurs de risque sur la mortalité du chaton mais d'autres paramètres sont analysés dans la littérature (Tableau 11), Un poids élevé de la mère (Lawler, 1984), probablement associé à une note d'état corporel élevée, est associée à une augmentation de la mortalité ; des paramètres obstétricaux, comme la présentation du chaton ou l'intervalle écoulé depuis l'expulsion du chaton précédent, n'ont pas montré d'influence (Musters et al, 2011), alors que par exemple dans l'espèce canine, l'intervalle écoulé depuis la naissance du chiot précédent a une influence nette (Schiebel, 2020), Le rang de naissance, le sexe du chaton, son poids de naissance et la présence d'anomalie congénitale ont également été étudiées, mais ces données ne faisaient pas partie des données enregistrées par le logiciel et ne nous étaient donc pas accessibles pour analyse,



Tableau 11 : Autres facteurs de risque potentiels de mortalité chez le chaton étudiés dans la littérature

Paramètres	Etudes	Description de la population	Impact sur la mortalité du chaton
<b>Poids de la mère élevé</b>	Lawler 1984	294 chatons Shorthair	Oui
<b>Parité</b>	Nutter et al., 2004	169 chatons errants	Aucun (p=0,12)
<b>Présentation du chaton lors de l'expulsion</b>	Musters et al., 2011	887 chatons, 116 élevages	Aucun sur la mortinatalité (p=0,16)
<b>Intervalle entre deux chatons lors de la mise-bas</b>	Musters et al., 2011	887 chatons, 116 élevages	Aucun sur la mortinatalité (p=0,65)
<b>Rang du chaton dans la portée</b>	Nutter et al., 2004	169 chatons errants	Aucun (p=0,38)
<b>Sexe</b>	Musters et al., 2011	887 chatons, 116 élevages	Les femelles souffrent majoritairement plus de mortinatalité (p=0,02)
<b>Petit poids de naissance</b>	Lawler 1984, 2008; Musters et al., 2011; Mugnier et al., 2019, 2020) Sparkes et al., 2006 Gatel et al., 2011	294 chatons Shorthair 887 chatons, 116 élevages 649 élevages dont 48% chats et 6 % chats et chiens 4819 chatons, 142 élevages 447 chatons, 24 mères	Oui Oui sur la mortinatalité (p=0,04) Oui Oui Oui
<b>Anatomie anormale du chaton</b>	Lawler 1984	294 chatons Shorthair	Aucun

---

## CONCLUSION

---

Cette étude permet d'établir des données de référence concernant la mortalité des chatons en élevage. Avec 27 482 chatons de 6964 portées, la population étudiée est la plus grande population décrite dans la littérature, à notre connaissance.

Cette étude permet de mettre en évidence l'influence de trois facteurs de risque sur la mortalité du chaton avant 2 mois : la taille de la portée et le type racial, ainsi que l'âge de la mère au moment de la saillie. Au contraire, la saison de saillie, l'âge du père à la saillie et la durée de gestation ne semblent pas avoir d'impact.

Concernant la race, cette étude fournit des chiffres de référence par race pour les taux de mortinatalité, mortalité post natale et mortalité globale. Ces données peuvent servir de référence pour les éleveurs félines pour comparer leurs résultats à la moyenne française et éventuellement rechercher des pistes d'amélioration.

La taille de la portée ne peut être modifiée de façon préventive, l'avoir identifiée comme facteur de risque de mortalité permet aux éleveurs de savoir si la portée nécessite une surveillance particulière.

Quant à l'identification de l'âge de la femelle à la saillie comme facteur de risque, elle permet aux éleveurs de connaître la fenêtre optimale de mise à la reproduction de leurs femelles.

Dans un souci de significativité, nous avons limité cette étude aux 18 races les plus représentées. Dans le futur, il serait intéressant d'élargir les recherches à d'autres races moins présentes sur le territoire. Une comparaison internationale permettrait d'étudier si les taux de mortalité d'une race donnée sont équivalents dans différents pays et donc conditions d'élevage et si les races à plus forts taux de mortalité dans un pays le sont également dans les autres.

Les données utilisées dans cette étude ont été récoltées entre 2011 et 2014. Une actualisation de ces résultats ainsi qu'un suivi à long terme permettrait d'évaluer l'évolution des performances de reproduction de l'espèce féline dans le temps.

Un système permettant l'enregistrement automatique à grande échelle de données de reproduction, sur la base par exemple d'un logiciel d'élevage, permettrait une sorte d'épidémiosurveillance de la reproduction dans l'espèce féline. L'enregistrement à

l'échelle individuelle du chaton et non pas à l'échelle de la portée permettrait des analyses plus fines, avec la possibilité de tenir compte du poids de naissance, de la courbe de croissance, voire des évènements pathologiques, et enregistrement des traitements mis en place. Outre la reproduction, ce système d'épidémiosurveillance pourrait être élargi à des affections et ainsi permettre une surveillance sanitaire globale des élevages (voire des collectivités) félines.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

Boisseau, A., 2019. Stratégie du vétérinaire dans la recherche d'agents pathogènes infectieux par PCR en cas de mortalité néonatale et pédiatrique du chaton. Thèse Doct Vet, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Cailloce, L., 2021. Comment le chat a conquis le monde. <https://lejournal.cnrs.fr>

Casal et al., 1996. Transfer of colostral antibodies from queens to their kitten. *Am J Vet Res.* 1996;57(11):1653-8, PMID: 8915447

Cave, T.A., Thompson, H., Reid, S.W.J., Hodgson, D.R., Addie, D.D., 2002. Kitten mortality in the United Kingdom: a retrospective analysis of 274 histopathological examinations (1986 to 2000). *Vet. Rec.* 151, 497–501. <https://doi.org/10.1136/vr.151.17.497>

Chastant-Maillard, S., Aggouni, C., Albaret, A., Fournier, A., Mila, H., 2017a. Canine and feline colostrum. *Reprod. Domest. Anim.* 52, 148–152. <https://doi.org/10.1111/rda.12830>

Chastant-Maillard, S., Guillemot, C., Feugier, A., Mariani, C., Grellet, A., Mila, H., 2017b. Reproductive performance and pre-weaning mortality: Preliminary analysis of 27,221 purebred female dogs and 204,537 puppies in France. *Reprod. Domest. Anim.* 52, 158–162. <https://doi.org/10.1111/rda.12845>

Claus, M.A., Levy, J.K., MacDonald, K., Tucker, S.J., Crawford, P.C., 2006. Immunoglobulin concentrations in feline colostrum and milk, and the requirement of colostrum for passive transfer of immunity to neonatal kittens. *J. Feline Med. Surg.* 8, 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.01.001>

Dolan, E.D., Doyle, E., Tran, H.R., Slater, M.R., 2021. Pre-mortem risk factors for mortality in kittens less than 8 weeks old at a dedicated kitten nursery. *J. Feline Med. Surg.* 23, 730–737. <https://doi.org/10.1177/1098612X20974960>

Driscoll, C.A., Menotti-Raymond, M., Roca, A.L., Hupe, K., Johnson, W.E., Geffen, E., Harley, E.H., Delibes, M., Pontier, D., Kitchener, A.C., Yamaguchi, N., O'Brien, S.J., Macdonald, D.W., 2007. The Near Eastern Origin of Cat Domestication. *Science* 317, 519–523. <https://doi.org/10.1126/science.1139518>

Fournier, A., Masson, M., Corbière, F., Mila, H., Mariani, C., Grellet, A., Chastant-Maillard, S., 2017. Epidemiological analysis of reproductive performances and kitten mortality rates in 5,303 purebred queens of 45 different breeds and 28,065 kittens in France. *Reprod. Domest. Anim.* 52, 153–157. <https://doi.org/10.1111/rda.12844>

Gatel, L., Rosset, E., Chalvet-Monfray, K., Buff, S., Rault, D.N., 2011. Relationships between fetal biometry, maternal factors and birth weight of purebred domestic cat kittens. *Theriogenology*, 76, 1716–1722. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.003>

Grundy, S.A., 2006. Clinically Relevant Physiology of the Neonate. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 36, 443–459. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.12.002>

Herpin, P., Hulin, J.C., Le Dividich, J., Fillaut, M., 2001. Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early postnatal mortality in pigs. *J. Anim. Sci.* 79, 5. <https://doi.org/10.2527/2001.7915>

Hudson, R., Raihani, G., González, D., Bautista, A., Distel, H., 2009. Nipple preference and contests in suckling kittens of the domestic cat are unrelated to presumed nipple quality. *Dev. Psychobiol.* 51, 322–332. <https://doi.org/10.1002/dev.20371>

ICAD, 2021. Site internet ICAD, <https://www.i-cad.fr/>

Jemmett, J.E., Evans, J.M., 1977. A survey of sexual behaviour and reproduction of female cats. *J. Small Anim. Pract.* 18, 31–37. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1977.tb05821.x>

Jörg, B., 1999. Fading Kitten Syndrome and Neonatal Isoerythrolysis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 29, 853–870. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(99\)50077-6](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(99)50077-6)

Kielland, C., Wisløff, H., Valheim, M., Fauske, A.K., Reksen, O., Framstad, T., 2018. Prewaning mortality in piglets in loose-housed herds: etiology and prevalence. *Animal* 12, 1950–1957. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003536>

Lawler, D.F., 2008. Neonatal and pediatric care of the puppy and kitten. *Theriogenology* 70, 384–392. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.019>

Lawler, D.F., Monti, K.L., 1984. Morbidity and mortality in neonatal kittens. *Am J Vet Res*, 1984;45(7):1455-9, PMID: 24049917

Lecourtois, C., 2018. Poids de naissance et autres facteurs de risque de mortalité néonatale chez le chat. Thèse Doct Vet, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

LOOF, 2021. Site internet du LOOF. [https://www.loof.asso.fr/stats/intro\\_stats.php](https://www.loof.asso.fr/stats/intro_stats.php)

Root M V, Johnston S D, Olson P N, 1995. Estrous length, pregnancy rate, gestation and parturition lengths, litter size, and juvenile mortality in the domestic cat. *J Am Anim Hosp Assoc*, 1995;31(5):429-33, doi: 10.5326/15473317-31-5-429

McLain et al., 1985. Congenital malformations and variations in reproductive performance in the ferret : effets of maternage age, color, parity. *Lab Anim Sci*, 1985;35(3):251-5, PMID: 4040588

Mila, H., 2015. Neonatal period in the dog : immunological and nutritional determinanates for survival. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse Inst. Natl. Polytech. Toulouse 177 p.

Momozawa, Y., 2003. Assessment of equine temperament by a questionnaire survey to caretakers and evaluation of its reliability by simultaneous behavior test. *Appl. Anim. Behav. Sci.* [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00184-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00184-9)

Mugnier, A., Chastant, S., Saegerman, C., Gaillard, V., Grellet, A., Mila, H., 2021. Management of Low Birth Weight in Canine and Feline Species: Breeder Profiling. *Animals*, 11, 2953. <https://doi.org/10.3390/ani11102953>

Mugnier, A., Chastant-Maillard, S., Mila, H., Lyazrhi, F., Guiraud, F., Adib-Lesaux, A., Gaillard, V., Saegerman, C., Grellet, A., 2020. Low and very low birth weight in puppies: definitions, risk factors and survival in a large-scale population. *BMC Vet. Res.* 16, 354. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02577-z>

Mugnier et al, 2019. Low birth weight as a risk factor for kitten mortality : determination of breed -specific tresholds. Germany, Berlin, 06.29.2019, EVSSAR 54, 36.

Musters, J., de Gier, J., Kooistra, H.S., Okkens, A.C., 2011. Questionnaire-based survey of parturition in the queen. *Theriogenology* 75, 1596–1601. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.12.020>

Nutter, F.B., Levine, J.F., Stoskopf, M.K., 2004. Reproductive capacity of free-roaming domestic cats and kitten survival rate. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 225, 1399–1402. <https://doi.org/10.2460/javma.2004.225.1399>

Otoni, C., Van Neer, W., De Cupere, B., Daligault, J., Guimaraes, S., Peters, J., Spassov, N., Prendergast, M.E., Boivin, N., Morales-Muñiz, A., Bălăşescu, A., Becker, C., Benecke, N., Boroneant, A., Buitenhuis, H., Chahoud, J., Crowther, A., Llorente, L., Manaseryan, N., Monchot, H., Onar, V., Osypińska, M., Putelat, O., Quintana Morales, E.M., Studer, J., Wierer, U., Decorte, R., Grange, T., Geigl, E.-M., 2017. The palaeogenetics of cat dispersal in the ancient world. *Nat. Ecol. Evol.* 1, 0139. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0139>

Povey, R.C., 1978. Reproduction in the Pedigree Female Cat. *A Survey of Breeders* 7, *Can Vet J.*, 1978;19(8):207-13., PMID: 568025, PMCID: PMC1789420

Prescott, C.W., 1973. Reproductive patterns in the domestic cat. *Aust. Vet. J.* 49, 126–129. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1973.tb06758.x>

Raboisson, D., Cahuzac, E., Sans, P., Allaire, G., 2011. Herd-level and contextual factors influencing dairy cow mortality in France in 2005 and 2006. *J. Dairy Sci.* 94, 1790–1803. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3634>

Raboisson, D., Maigne, E., Sans, P., Allaire, G., Cahuzac, E., 2014. Factors influencing dairy calf and replacement heifer mortality in France. *J. Dairy Sci.* 97, 202–211. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6847>

Romagnoli, S., Bensaia, C., Ferré-Dolcet, L., Sontas, H.B., 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. *J. Feline Med. Surg.* 21, 1188–1197. <https://doi.org/10.1177/1098612X18824181>

Root M V, Johnston S D, Olson P N, 1995. Estrous length, pregnancy rate, gestation and parturition lengths, litter size, and juvenile mortality in the domestic cat. *J Am Anim Hosp Assoc*, *J Am Anim Hosp Assoc*, 1995;31(5):429-33., doi: 10.5326/15473317-31-5-429

Rousset-Blanc, 1992. Le chat, *Encyclopédie active*, Larousse 138–142.

Schiebel, E., 2020. Déroulement de la mise-bas chez le chienne : Facteurs de variation et conséquences sur la santé du chiot en race labrador. Thèse Doct Vet. Ecole vétérinaire de Toulouse.

Schou, T.M., Malmkvist, J., 2017. Early kit mortality and growth in farmed mink are affected by litter size rather than nest climate. *Animal* 11, 1581–1589. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000234>

Scott et al., 1978. Kitten mortality survey. *Feline Pract.* 31-34 p.

Socha et al, 2019. Obstetric and newborn parameters in the Maine Coon cats. *Pol J Vet Sci.* <https://doi.org/10.24425/pjvs.2019.129303>

Sondage IPSOS, 2005. Les animaux préférés des français. <https://www.ipsos.com/fr-fr/les-animaux-preferes-des-francais>

Sondage STATISTA, 2017. Les vingt animaux préférés des français en 2017. <https://fr.statista.com/statistiques/531916/animaux-preferes-francais/>

Sparkes, A.H., Rogers, K., Henley, W.E., Gunn-Moore, D.A., May, J.M., Gruffydd-Jones, T.J., Bessant, C., 2006. A questionnaire-based study of gestation, parturition and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. *J. Feline Med. Surg.* 8, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.10.003>

Stenkiste, 2009. Contribution à l'étude des conditions de mises-bas de la mort des chatons chez le chat de race de France. Thèse Doct Vet, Ecole Vétérinaire d'Alfort, Faculté Médecine Creteil 176.

Ström Holst, B., Frössling, J., 2009. The Swedish breeding cat: Population description, infectious diseases and reproductive performance evaluated by a questionnaire. *J. Feline Med. Surg.* 11, 793–802. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.01.008>



Sondage ISPSOS, 2020. Le bien-être des animaux et la responsabilité des possesseurs d'animaux. Sondage IPSOS. <https://www.ipsos.com/fr-fr/les-francais-et-leurs-animaux-de-compagnie>

Young, C., 1973. Preweaning mortality in specific pathogen free kittens. *J. Small Anim. Pract.* 14, 391–398. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1973.tb06476.x>





AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussignée, Sylvie CHASTANT, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de RAYNAL Alisée intitulée « ETUDE DES FACTEURS DE RISQUE DE MORTALITE AU COURS DES DEUX PREMIERS MOIS DE VIE CHEZ LE CHATON » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 24/11/2021  
Enseignant-chercheur de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Professeure Sylvie CHASTANT



Vu :  
Le Président du jury  
Professeur Roger LEANDRI



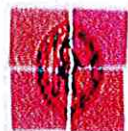
Vu :  
Le Directeur de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Monsieur Pierre SANS



Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université Paul  
Sabatier  
Monsieur Jean-Marc BROTO  
Par délégation, le Doyen de la faculté de  
Médecine de Toulouse-Rangueil  
Monsieur Elie SERRANO



Mme RAYNAL Alisée  
a été admis(e) sur concours en : 2016  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 06/07/2020  
a validé son année d'approfondissement le: 14/10/2021  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



Nom : RAYNAL

Prénom : Alisée

**Titre** : Etude des facteurs de risque de mortalité du chaton au cours des deux premiers mois de vie.

**Résumé** : Cette étude a pour objectif d'identifier les facteurs de risque de mortalité à la naissance et au cours des deux premiers mois de vie de chatons de race pure en élevage en France. Grâce à un logiciel d'aide à la gestion des élevages félines (Breeding Management System®, BMS, Royal Canin, Aimargues, France), a été constituée une base de données à l'échelle nationale comportant 6964 portées (27482 chatons) de 4446 femelles (18 races) et appartenant à 1401 éleveurs. La taille de portée est en moyenne de  $3,9 \pm 1,9$  chatons. Le taux de mortinatalité est de 8,3%, le taux de mortalité post-natale (0-2 mois) de 7,9% (en % des chatons nés vivants). Au total, 15,5% des chatons nés meurent au cours des 2 premiers mois de vie. Les trois taux de mortalité sont affectés par la race et la taille de portée. L'âge de la mère au moment de la saillie influence uniquement la mortalité post-natale et globale mais il n'a pas d'impact sur la mortinatalité. La saison de saillie, l'âge du père et la durée de gestation n'ont pas montré d'influence sur la mortalité. La productivité des différentes races étudiées varie entre les races Sibérien, Ragdoll, Maine Coon, Chat des forêts norvégiennes, Bleu Russe, Oriental et Chartreux, qui sont les plus productives et Angora Turc, Bengal, Sphinx, Selkirk Rex, British Shorthair, Sacré de Birmanie, Scottish, Devon Dex, Asiatique, Persan, Abyssin, moins productives.

Mots clés : reproduction / chat / chaton / élevage / mortinatalité / mortalité post-natale / mortalité globale / prolificité

Title : Kitten mortality : risks factors during the first two months of life

Abstract : The objective of this study is to provide baseline data on mortality in purebred kittens in catteries. Data were collected from a software dedicated to cattery management (Breeding Management Support®, BMS, Royal Canin, Aimargues, France). Informations were anonymously recorded from 1401 breeders and intererts to 6964 pregnancies from 4446 queens (18 breeds) and 27482 kittens. Mean litter size was  $3.9 \pm 1.9$  kittens. The overall pre-weaning mortality rate was 15,5%, including 8,3% of stillborn kittens. Among the kittens alive at birth, 7,9% died before weaning. Statistical analyzes permitted to identify an effect of breed and litter size on kitten's mortality. The post-natal mortality and le global mortality were also influenced by age of the queen at mating. All mortality rates studied are not impacted by mating season, age at mating of the tomcat and gestation length. The productivity of the different breeds studied highlights differences in terms of reproductive performance between races Siberian, Ragdoll, Maine Coon, Norwegian, Russian Blue, Oriental, Chartreux, the most productives breeds and Turkish Angora, Bengal, Sphynx, Selkirk Rex, British Shorthair, Birman, Scottish, Devon Dex, Asian, Persian, Abyssinian.

Keywords : reproduction / cat / kitten / cattery / stillbirth / neonatal mortality / global mortality / prolificity