



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

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

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 10834

To cite this version :

Belin, Marion. *Croissance et mortalité du chiot en élevage*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2013, 80 p.

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

CROISSANCE ET MORTALITÉ DU CHIOT EN ÉLEVAGE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

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

par

BELIN Marion

Née, le 15 septembre 1988 à TOURS (37)

Directeur de thèse : Mme CHASTANT Sylvie

JURY

PRESIDENT :

Mme Charlotte CASPER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Sylvie CHASTANT

Mme Nathalie PRIYMENKO

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt
ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. A. MILON

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1^o CLASSE

- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2^o CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mlle **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
Mme **PRADIER Sophie**, *Médecine interne des équidés*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
Mme **FERNANDEZ Laura**, *Pathologie de la reproduction*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
M. **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury de thèse,

A Madame le Professeur Charlotte CASPER,

Professeur des Universités,

Praticien hospitalier,

Pédiatrie, Néonatalogie,

Qui nous a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse

En témoignage de mon profond respect.

A Madame le Docteur Sylvie CHASTANT

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,

Pathologie de la reproduction,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la direction de notre thèse,

Hommage respectueux.

A Madame le Docteur Docteur Nathalie PRIYMENKO,

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,

Alimentation,

Qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury,

Sincère reconnaissance.

A Hannah MILA, pour son aide précieuse et sa gentillesse.

A ma famille, j'ai appris grâce à vous la notion de « tribu ». Je me souviendrais toujours de tous ces bons moments partagés ensemble. Votre présence à mes côtés me rend plus forte.

A mes parents, vous êtes derrière moi depuis le début à m'accompagner et à me soutenir dans mes choix. On n'a pas toujours eu des moments faciles, mais je suis fière de l'éducation que j'ai reçu de votre part et je vous en serais toujours reconnaissante, merci pour votre amour inconditionnel.

A ma maman, toujours prête à te sacrifier pour ta famille, c'est quelque chose que j'ai toujours admiré chez toi. Grâce à toi j'ai appris à garder la tête haute quoi qu'il arrive. Je sais que tu répondras toujours présente quand j'aurais besoin, et grâce à ça j'avance plus sereinement dans la vie. Merci de ton amour malgré les moments difficiles que l'on a pu avoir.

A mon papa, toujours là quand on a besoin de conseils. A ton contact j'ai appris à relativiser et appréhender les choses avec calme. Tu m'as enseigné l'importance de la famille. Merci pour ton soutien sans faille depuis 25 ans.

A mamie Ziglon, grâce à toi chaque année on arrive à réunir toute la tribu Ziegler. Les noëls à Bourges font partie de mes meilleurs souvenirs, merci de ta présence dans ma vie.

A mamie des Montils, les dimanches aux Montils resteront gravés dans ma mémoire, merci d'avoir été là pour moi, « ta seule petite fille ».

A mes grands-pères, je n'ai pas eu la chance de vous connaître, mais j'espère que de là où vous êtes, vous êtes fiers de moi.

A mes frères, les personnes qui comptent le plus dans ma vie. J'en reviens toujours pas que vous soyez devenus papa (le même jour !). Votre bonheur fait plaisir à voir. Je vous aime plus que tout. Je vous souhaite tout le bonheur possible.

A mes belle-sœurs, moi qui n'ai pas eu la chance d'avoir de sœur, je suis ravie que vous fassiez partie de la famille. Fanny tu as su m'écouter de nombreuses fois quand j'avais besoin de me confier depuis de nombreuses années déjà. Julie notre road trip au Canada m'a permis d'apprendre à te connaître et j'espère que notre amitié va se développer encore plus dans les années à venir.

A mes Trop-Mignons, Jules et Alban, bienvenue dans la famille les p'tits Belin. Même si je suis loin, je pense à vous chaque jour, et je ferais tout mon possible pour être la meilleure tata du monde (rien que ça). Je n'ai pas le feeling avec les enfants, mais vous, vous êtes tellement plus que ça...

A Moule-Moule, LA rencontre de mes années d'étudiante. Merci pour ton caractère si particulier que j'adore, merci de m'écouter toutes les fois où j'en ai eu besoin. Merci de partager tes traquenards avec moi, ils m'ont toujours tellement fait rire ! Reviens vite de Normandie, qu'on puisse se voir souvent, je ne sais pas si je survivrais à une nouvelle rencontre avec le Livarot !!

A Marotte, ma KubOr préférée. Cet été nous a permis de nous rapprocher encore plus qu'avant. Tu partages mes principes et tu es de ce fait la personne qui me comprend le mieux. Ton départ prochain me fend le cœur. Ce n'est pas la distance qui nous séparera, prépares-toi à recevoir des nouvelles de moi encore et encore !!

A Virginie, enfin une fille aussi goinfre que moi, mais avec un tout petit corps ! Grâce à toi je me sens moins vieille et moins toute pourrite au volley. Je regrette qu'on ne puisse être collocs l'année prochaine, j'aurais tellement adoré... Je suis ravie de partager mon pot de thèse et le resto avec toi ☺

A Manon, le plus petit être que j'ai connu. Tellement de bons moments partagés avec toi, surtout au Canada. J'adore t'embêter pour tout et pour rien, et tu me le rends bien ! Je te souhaite pleins de belles choses pour l'avenir, tu le mérites.

Aux **Pintades**, en souvenir des premières années d'étude et de ce voyage de folie en Australie. Nos chemins se sont éloignés avec le temps, mais vous resterez dans mon cœur et je ne retiendrais que le meilleur de notre amitié.

A Zbooby, ma partenaire de groupe pendant de longues années, ma chaudière d'Hollywood. J'ai beaucoup apprécié ta sincérité et ton franc-parler. Ton amitié a été importante pour moi durant l'école. Puisse-tu trouver ton chemin dans la vie, je suis certaine que pleins de belles choses t'attendent.

A **Marine**, ma collègue Cougar. Des souvenirs incroyables du Canada, notre road trip indécent à New-York, tellement de belles choses avec toi. Je ne regarderais plus jamais une pomme comme avant. Bon courage pour la suite, à très vite la panthère.

A **Léa**, la Toute-Petite-Corse au grand cœur. Ta force de caractère m'a toujours beaucoup impressionnée, surtout quand on sait toute la douceur qu'il y a aussi en toi à côté. J'espère qu'on gardera contact toi et moi.

Enfin **au reste de ma promo** : **Jeannou Jeannou** (bolognaise power), **Grosse-Sophie** (en vrai t'es pas grosse hein), **Isabelle et Tiffany** (en souvenir de nos entraînements de hip-hop), **PE** (mon co-équipier pâtes/steaks de Canada), **Charles** (cogroupe pendant 3 ans), **Bla** (qui nous fait tous rêver avec ses photos), **Amande** (en souvenir de la nuit fin du monde sous la tente en Gaspésie !), **Gus** (mon équipier Britney Spears de boom), **Cheylian** (je me sens un peu moins vieille en boom quand tu es là !), **Lili** (une belle rencontre trop tardive), **Alma** (ma future voisine de département), **Claire** (ma petite Etoile bientôt mariée !) et **à tous les autres que je n'ai pas cité**, pleins de belles choses pour l'avenir, à très vite au prochain week-end de promo.

A **mes poulots**, que votre année de docteur à venir vous apporte autant de belles rencontres qu'elle nous en a apportées avec vous. CoeurCoeur.

A **Floutry**, mon piment de boom. Tu as été ma rencontre de poulot. Ta bonne humeur et les phrases scandaleuses que tu sors à tout va m'ont faite rêver durant ces 2 années. Tellement de gros délires avec toi, tous les énumérer prendrait facile trouze pages. J'espère à très vite sur le bar du cercle. *claquement-de-doigts*

A **PumPumPic**, ton petit sourire va beaucoup me manquer (plus que tes blagues pas droles c'est sûr !!). On se revoit très vite, et j'espère aussi l'été prochain pour de nouvelles férias et de nouveaux murs.

A **Plastic' Coco**, ma confidente improbable de ces derniers mois. Tu as tellement de gentillesse et de douceur en toi, je suis fan. Pleins de belles choses pour la suite et à très vite.

A **Josselin**, ma meilleure création de boom. Je compte sur toi pour continuer à enflammer le dancefloor, tu me montreras tes nouveaux mouvements que je rentrerais vous faire un petit coucou. Je compte sur toi pour t'occuper de Tiki dans les années à venir !

A **ma TeamBlette**, prépare le téléphone et le kebab pour quand je déménage. Est-ce qu'il y a vraiment besoin d'en dire plus ? Oui mais c'est bien trop coeurcoeur pour être écrit.

A **Déol**, ma pote des abdos fessiers. La personne ayant le chien le plus laid de l'école (« oui mais il est gentiiiiil ! »). A nos séances de sport de folie, faut ce qu'il faut pour devenir une chaudière de boom !

A **FannySimon**, désolée pour ce que je t'ai fait subir aux brimades, moi en tout cas j'ai adoré !

Au reste des poulots : **Momo** (tu veux qu'on en parle ??), **Jadou** (Jadou de braaiiise), **Calandre** (et ta fameuse casquette-truite), **Dudule** (CoBiotonic), **Espi** (maintenant qu'il t'est arrivé le pire, j'espère qu'il va t'arriver le meilleur), **Caillou** (coach de volley de folie), **Lemaitre** (mon voisin de département d'origine), **Griff** (merci de ne pas m'avoir brûlée encore), **Dellecave** (la meuf trop pipou), **Patard** (mon petit-bizuth de Descartes), **Burger** (croustiiiiille), **Mayaud** (stylobiiiiic), **Corentin** (ma deuxième création de boom après Hugnet), **Bellec** (Dark Bellec is born !), **Albertini** (Cooooomme un ouuraaagaaannn), **Groué** (Oasis Power), **Barto** ('spèce de chaudière de boom), **Casouille**, **Beorch**, **Gaby**, **Legal**.

A **Baminou**, ma deuxième KubOr. En souvenir de la colloc des Bermudes, c'était juste magique ! Profites bien de ton année de docteur et bonne chance pour la suite. Allô j'm'en branle ? Ah bah oui j'm'en branle !

A **H**, dont les piques, en général bien senties, m'ont forcée à garder la tête haute et à prendre les choses avec auto-dérision. Merci pour ça, ça m'a rendue plus forte. Exclu-remerciements-de-thèse : moi aussi je t'apprécie ☺

A **Detang**, mon petit LochNess, j'ai enfin pu mettre un visage sur ce nom ! Une superbe rencontre, dommage qu'elle arrive aussi tard, mais notre amitié ne fait que commencer. Prends bien soin de Tiki.

A **Elina**, la seule amie qui me reste de mes années lycées, tu as été la seule présente au moment où j'avais tout perdu, et je t'en serais éternellement reconnaissante.

Aux **Pom'Putes**, ex et futures à venir. J'ai kiffé mes années de coach et mon équipe, regretté de ne pas vous avoir offert la coupe la deuxième fois, fière d'avoir créé ce club. J'espère que les futures coaches sauront se montrer à la hauteur.

J'ai passé les meilleurs moments de ma vie dans cette école au cours de ces cinq dernières années. J'y ai appris mon métier mais j'ai surtout beaucoup appris sur moi-même. Ça me fait mal au cœur de devoir vous quitter, mais les souvenirs qui me restent ne s'effaceront jamais.

Enfin, **à tous ceux qui ont croisés ma route un jour**, c'est toutes les rencontres que j'ai pu faire jusqu'à présent, bonnes ou mauvaises, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

TABLE DES MATIERES

Liste des figures.....	13
Liste des tableaux.....	14
Première partie : Introduction	15
Deuxième partie : Matériel et méthodes	24
I. Données	24
II. Outils statistiques	26
Troisième partie : Résultats.....	27
I. Statistiques descriptives	27
A. Population.....	27
B. Mortalité	29
C. Facteurs relatifs au chiot.....	34
1. Taille de la portée	34
2. Poids à la naissance.....	36
3. Croissance.....	38
a. Croissance en valeur absolue.....	38
b. Croissance en pourcentage du poids de naissance	41
c. Croissance cumulative	44
D. Environnement.....	46
a. Saison	46
b. Densité du chenil à la naissance	47
II. Analyse univariée	47
A. Facteurs de risque de mortalité relatifs au chiot	47
1. Taille de la race	47
2. Taille de la portée.....	50
3. Poids à la naissance.....	52
4. Croissance.....	55
a. Croissance de 1 à 3 jours.....	55
b. Croissance de 3 à 7 jours.....	56
c. Croissance de 7 à 21 jours.....	56
B. Facteurs de risque de mortalité liés à l'environnement	57
1. Saison	57

2. Densité du chenil à la naissance	57
III. Analyse multivariée	58
A. Mort-nés	58
B. Décès entre J1 et J3	60
C. Décès entre J3 et J21	60
D. Décès entre J21 et J50	61
Quatrième partie : Discussion	62
I. Population.....	62
II. Mortalité	63
III. Facteurs relatifs aux chiots	65
A. Taille de la race	65
B. Taille de la portée.....	65
C. Poids à la naissance	67
D. Croissance.....	70
IV. Environnement.....	72
A. Saison	72
B. Densité.....	73
V. Analyse multivariée	73
Conclusion.....	75
Bibliographie.....	78

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Fiche d'enregistrement des données, page de pesée	24
Figure 2 : Fiche d'enregistrement des données, première page.....	25
Figure 3 : Risque de mortalité à chaque période de vie	30
Figure 4 : Nombre de chiots décédés selon la période.....	31
Figure 5 : Distribution des cas de mortalité au cours du temps.....	32
Figure 6 : Nombre de chiots vivants selon l'âge	32
Figure 7 : Taille de la portée (nombre de chiots nés totaux) en fonction du format racial	34
Figure 8 : Poids à la naissance en fonction du format racial	38
Figure 9 : GMQ de 1 à 3 jours en fonction du groupe racial	39
Figure 10 : GMQ de 3 à 7 jours en fonction du groupe racial	40
Figure 11 : GMQ de 7 à 21 jours en fonction du groupe racial	40
Figure 12 : GMQ de 21 à 50 jours en fonction du groupe racial	41
Figure 13 : Croissance moyenne relative au poids de naissance de J1 à J21 pour tous les chiots	42
Figure 14 : Croissance moyenne relative au poids de naissance de J21 à J56 pour tous les chiots	43
Figure 15 : Croissance moyenne relative au poids de naissance par format de race durant les trois premières semaines de vie.....	43
Figure 16 : Croissance moyenne relative au poids de naissance par format de race de J21 à J56	44
Figure 17 : Répartition des naissances selon la saison	46
Figure 18 : Répartition des mise-bas selon la saison	46
Figure 19 : Population selon la densité dans le chenil au moment de la naissance.....	47
Figure 20 : Croissance de 1 à 3 jours de vie et mortalité entre J3 et J7.....	55
Figure 21 : Croissance de 3 à 7 jours de vie et mortalité entre J8 et J21.....	56
Figure 22 : Croissance de 7 à 21 jours de vie et mortalité entre J22 et J50.....	56
Figure 23 : Mortinatalité selon l'âge de la mère	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Taux de mortalité rapportés dans la littérature	16
Tableau 2 : Effectifs détaillés pour chaque race et chaque groupe de race	28
Tableau 3 : Incidence de la mortalité selon la période	29
Tableau 4 : Causes de mortalité	33
Tableau 5 : Taille de la portée (nombre de chiots nés totaux) par format racial	35
Tableau 6 : Poids à la naissance par format racial	37
Tableau 7 : Croissance cumulative durant les deux premiers mois de vie pour chaque groupe racial .	45
Tableau 8 : Croissance cumulative durant les deux premières semaines de vie pour chaque groupe racial.....	45
Tableau 9 : Distribution des cas de mortalité en fonction du groupe de race	49
Tableau 10 : Mortalité selon la taille de la portée sur la population globale	50
Tableau 11 : Mortalité selon la taille de la portée pour chaque groupe racial	51
Tableau 12 : Poids médians à la naissance selon la mortalité totale pour chaque groupe racial et valeurs critiques associées	52
Tableau 13 : Mortalité selon le poids à la naissance sur la population globale	53
Tableau 14 : Mortalité selon le poids à la naissance pour chaque groupe racial.....	54
Tableau 15 : Mortalité selon le GMQ du premier au troisième jour de vie	55
Tableau 16 : Mortalité (% des nés totaux) selon la saison	57
Tableau 17 : Mortalité totale et durant la première semaine de vie selon la densité du chenil au moment de la naissance	58
Tableau 18 : Facteurs de risque de mortinatalité.....	58
Tableau 19 : Facteurs de risque de mortalité entre J1 et J3	60
Tableau 20 : Facteurs de risque de mortalité entre J3 et J21	60
Tableau 21 : Facteurs de risque de mortalité entre J21 et J50	61
Tableau 22 : Comparaison des tailles de portée obtenues (moyennes \pm écart-type) par rapport aux valeurs de la littérature.....	65

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION

La période néonatale, définie comme les premières semaines de vie du chiot avant le sevrage, s'accompagne d'un taux de mortalité élevé chez les chiots ^[1]. Cependant peu de chercheurs ont tenté d'investiguer ce problème, qui représente pourtant une perte économique importante dans les élevages canins.

La littérature rapporte un taux de mortalité de la naissance au sevrage variant entre 9% ^[2] et 23,2% ^[3] (tableau 1). La première valeur provient de l'étude de 58 439 chiots de 224 races différentes sur l'ensemble des élevages enregistrés en Norvège de 2006 à 2007, la deuxième se base sur des données recueillies en 2012 sur 984 chiots de 11 races différentes dans un même élevage. Une autre étude de 2007 réalisée en Norvège sur 744 portées de grande race (Irish Wolfhound, Leonberg, Labrador et Terre-neuve) rapporte quant à elle une mortalité de 16,9% ^[4]. Dans un élevage de Foxhound aux Etats-Unis de 1971 à 1973, la mortalité globale sur 2 872 chiots était de 17,4% ^[5]. Gill ^[1] sur 2 574 chiots de 44 races différentes entre 1997 et 1998 en Australie conclut à une mortalité de 20,2% ^[1]. Van der Breek et al ^[6] sur 2 922 chiots de race Boxer en Allemagne, rapportent une mortalité totale de 21,7%. Enfin Nielen et al ^[7] rapportent également une mortalité de 21,7% sur 2 629 chiots de race Boxer de 1994 à 1995 aux Pays-Bas. Mis à part Tonnessen et al ^[2] qui rapportent un taux de mortalité de la naissance au sevrage de 9%, les résultats obtenus dans la littérature varient peu : entre 16,9% et 23,2% (Indrebo ^[4], Mila et al ^[3]).

La mortalité globale est principalement composée de chiots mort-nés (décès survenant principalement durant la mise-bas), appelée mortalité fœtale. En effet sur l'étude de Van der Breek, 25,4% ^[6] de la mortalité avant le sevrage est représentée par les mort-nés (tableau 1). Nielen et al ^[7] rapportent une proportion de mort-nés de 25,8%. On retrouve la valeur de 35% de mort-nés dans les études de Gill ^[1] et de Mila et al ^[3]. Potkay et al ^[5] dans leur article sur un élevage de Foxhounds rapportent une proportion de mort-nés de 36,1%. Tonnessen et al ^[2] quant à eux concluent à une proportion de 48% de mort-nés dans leur

étude en Norvège. Enfin, la proportion la plus grande est retrouvée dans l'étude d'Indrebo et al ^[4] où les mort-nés représentaient 65% de la mortalité avant le sevrage sur quatre grandes races.

La période néonatale se décompose en 2 parties : la période néonatale précoce, de 0 à 7 jours et la période néonatale tardive, de 7 jours au sevrage. C'est durant la première semaine que l'on observe le plus de mortalité sur les chiots nés vivants. En effet, les taux varient de 5,7% ^[4] à 12,4% ^[1] selon les études.

On définit la mortalité périnatale comme la somme des chiots mort-nés et morts durant la période néonatale précoce, de 0 à 7 jours de vie. Ainsi la mortalité périnatale représente environ 90% ^{[1] [2] [5] [6] [7]} de la mortalité globale (tableau 1). De ce fait, la mortalité néonatale tardive ne représente qu'une faible partie de la mortalité totale. Selon les études, 1,2% ^[4] à 3,3% ^[5] des chiots nés vivants décèdent du 8^{ème} au 21^{ème} jour de vie. Chaque auteur a arrêté son étude à des âges différents (de 48 à 60 jours de vie), il est donc difficile de comparer les taux de mortalité au-delà de 21 jours, mais l'importance de la mortalité à cette période reste toujours limitée.

	Nombre de chiots	mort-nés	J1-J7	J0-J7 (avec mort-nés)	J8-J21	J21-J60	Mortalité totale
	en % de la mortalité totale						
Potkay et al ^[5]	2 872	36,1%	48,9%	85,0%		15%	17,4%
Van der Breek et al ^[6]	2622 Boxer	25,4%					21,7%
Nielen et al ^[7]	2 629 Boxer	28,8%	34,8%	78,4%	12,3%	9,3%	21,7%
Indrebo et al ^[4]	744	65,0%	29,0%	94,0%	5,9%	0,1%	16,9%
Tonnessen et al ^[2]	58 439	48,0%	51,0%	89,0%		11,0%	9%
Gill ^[1]	2 574	35,0%	55,9%	90,9%		9,1%	20,2%
Mila et al ^[3]	982	35,0%					23,2%

Tableau 1 : Taux de mortalité rapportés dans la littérature

Il est important de noter qu'à chaque période de la vie du chiot correspond des facteurs de risque de mortalité propres. Au travers des différentes études menées jusqu'ici, différents facteurs ont pu être mis en évidence.

La période périnatale est en grande partie sous influence de facteurs présents avant ou pendant la mise-bas. La survenue de chiots mort-nés résulte majoritairement d'une asphyxie néonatale ^[1,4,7]. Dans l'étude de Gill ^[1], 57,4% des asphyxies fœtales étaient associées à une dystocie. Chez les races grandes et géantes, cette dystocie résulte la plupart du temps d'une inertie utérine maternelle secondaire, favorisée par la grande taille de la portée (portée contenant plus de 7 chiots) ^[1,4]. Au contraire chez les races de taille plus modeste, c'est le plus souvent une disproportion fœto-maternelle qui cause la dystocie, plus fréquente dans les portées de un ou deux chiots ^[1]. Il n'est cependant pas toujours évident de distinguer un chiot trop massif de voies génitales trop étroites, d'où l'utilisation du terme disproportion fœto-maternelle. La différence est importante du fait que dans le deuxième cas, la sélection par les éleveurs de chiennes aptes à la mise-bas sans assistance permettrait de faire considérablement diminuer la mortalité périnatale. L'intervalle de temps entre deux expulsions de chiots, la durée totale de la mise-bas et l'ordre d'arrivée du chiot sont des facteurs de risque importants de mortinatalité. Ces facteurs de risque, notamment l'intervalle et la durée totale de mise-bas, se trouvent allongés lors de dystocie, c'est pourquoi une plus grande mortalité est observée dans ces situations. La présentation postérieure a également été mise en évidence comme facteur de risque, de même que le détachement prématuré du placenta ^[1].

L'âge et la parité sont également des facteurs de risque démontrés de mortalité durant la gestation ou pendant la mise-bas ^[1,2]. Ainsi le risque est considérablement augmenté sur une primipare âgée. De plus, le taux de dystocie étant plus élevé chez les chiennes âgées de un an, il est généralement recommandé de prévoir la première mise-bas entre 1 et 2 ans d'âge.

Enfin la taille de la race joue un rôle dans la fréquence de la mortinatalité : Tonnessen et al ^[2] rapportent en effet une proportion de mort-nés plus importante chez les races de format moyen, grand et géant.

Concernant la mortalité néonatale précoce, se produisant durant la première semaine de vie, les causes non infectieuses en représentent 75% ^[5]. Concernant les causes infectieuses, les principales bactéries mises en causes sont *Escherichia coli*, *Staphylococcus Sp.*, *Klebsiella sp.* et *Streptococcus sp.* ^[8,9,10]. La plus grande partie des causes non-infectieuses surviennent avant ou pendant la mise-bas ^[1,2,4,5,6]. Les portées comportant des chiots mort-nés présentent significativement plus de mortalité néonatale précoce que les portées ne comprenant que des chiots nés vivants, suggérant une cause intra-utérine commune à la mortinatalité et à la mortalité néonatale ^[1]. Une grande proportion de ces mortalités est précédée d'un syndrome de dépérissement du chiot (« fadding puppy syndrom ») ^[10,11] Ce syndrome de dépérissement a longtemps été décrit sans avoir pu être expliqué, la définition en est surtout clinique. On décrit ici un chiot né apparemment en bonne santé décédant brutalement durant la première semaine de vie sans cause apparente ^[11]. Ce syndrome regroupe donc de nombreuses causes pouvant provoquer le dépérissement d'un nouveau-né visiblement sain. Suite aux examens nécropsiques sur ces chiots, il s'est avéré que les animaux ont été sujets à une hypoxie fœtale avant ou durant la mise-bas ^[1].

Dans l'étude de Gill ^[1], aucune cause obstétricale n'a pu être mise en évidence concernant 42,6% des chiots présentant une hypoxie fœtale. En revanche, 35,4% de ces chiots présentait un retard de croissance. Comme tous les fœtus et nouveau-nés, le chiot est relativement résistant à l'anoxie et possède de nombreux mécanismes d'adaptation ou de compensation (hémoglobine fœtale ayant plus d'affinité pour l'oxygène, pH des tissus permettant une meilleure extraction de l'oxygène, vasoconstriction sélective, glycolyse anaérobie...) ^[12]. Cependant en cas de retard de croissance intra-utérin, les réserves nutritionnelles du chiot sont réduites ; même une mise-bas sans incident majeur, déjà une situation de stress pour le fœtus en bonne santé, devient alors une situation difficilement gérable pour l'organisme d'un chiot ayant un retard de croissance. En effet, à chaque contraction utérine est associée une diminution de l'afflux sanguin au chiot ^[11]. Ce dernier est donc soumis à plusieurs périodes intermittentes d'hypoxie fœtale durant la mise-bas de manière physiologique.

Il s'avère donc que la période néonatale précoce est largement sous influence de facteurs précédant ou survenant durant la mise-bas, et on retrouve donc des facteurs de risque similaires aux risques de mortinatalité : intervalle entre deux chiots, durée totale de la

mise-bas, dystocie, présentation postérieure, détachement prématuré du placenta, âge et parité, portées de un ou deux chiots, ou au contraire portée de plus de 7 chiots ^[1,2,4,5,6]...

Il est important de noter que dans certaines races, une partie non négligeable de la mortalité néonatale précoce résulte d'euthanasies sélectives pour raison esthétique. Par exemple, il est fréquent dans la race Boxer d'euthanasier les chiots albinos, qui ne sont pas confirmables du fait de nombreuses tares génétiques associées. La proportion de cette euthanasie sélective est estimée à 17,9% de la mortalité totale chez le Boxer ^[7]. C'est également le cas chez les Dalmatiens porteurs de patches (tache noire de grande taille présente généralement autour d'un œil ou sur la tête), qui est également une cause de non-confirmation. L'étude de Tonnessen et al ^[2] qui porte sur 224 races ne détaille pas la proportion de ces euthanasies sélectives. Le Rhodesian Ridgeback quant à lui subit une sélection sur sa crête dorsale, avec un taux d'euthanasie sélective des chiots qui n'en sont pas porteurs de 6,6% ^[1] de la mortalité totale dans cette race.

Une partie de la mortalité néonatale (4,2% ^[1]) durant cette période est le résultat de mauvais soins maternels, ou encore d'un problème de colostrum ou de lait (défaut de prise colostrale, défaut de qualité/quantité du colostrum). Ces troubles se rencontrent plus fréquemment suite à des naissances par césarienne ^[1]. L'état de santé de la mère et la taille de la portée ^[3] influencent grandement la quantité et la qualité, aussi bien énergétique que bactériologique, du lait produit.

Chez les grandes races, une part plus importante de la mortalité est due aux traumatismes infligés par la mère à ses chiots ^[1,2,4]. Le chiot étant relativement plus petit dans les grandes races que dans les races petites et miniatures, il est plus sensible à tout traumatisme, même léger. En effet, le poids d'un chiot de race géante est 1% du poids adulte ^[4], tandis qu'il est de 10% pour un chiot Epagneul nain papillon ^[13].

Les causes infectieuses ne représentent qu'une faible partie de la mortalité néonatale précoce. Les contaminations proviennent principalement de la flore digestive ou utérine de la mère ^[8,14]. Peu de contaminations proviennent du lait. L'analyse du lait de 46 mères, dont 85 chiots étaient suspectés d'infection bactérienne, a mis en évidence une mammite subclinique sur 7 (15,2%) des laits mais les agents présents (*Staphylococcus intermedius* principalement) ne font pas partie des agents de septicémie connus (*Escherichia coli*,

Klebsiella pneumoniae, *Staphylococcus sp.*, et *Streptococcus sp.* bêta-hémolytique) ^[8,9,10]. Ce n'est que dans 12% des cas d'infection chez le chiot qu'une contamination par le lait a pu être suspectée (bactérie septicémique isolée dans les organes du chiot et dans le lait de la mère) ^[15].

Le traitement du chiot malade est souvent décevant en termes de réponse clinique. En effet, du fait de l'immaturation du chiot, la clinique est souvent non spécifique et la mort survient rapidement. Le nouveau-né est soumis à quatre grands risques qui sont l'hypoxie, l'hypoglycémie, la déshydratation et l'hypothermie.

C'est pourquoi il est nécessaire, en vue de réduire la mortalité néonatale, de tenter de maîtriser les facteurs de risque plutôt que de se reposer sur les traitements. La mortalité étant multifactorielle, notamment influencée par la race, de nombreuses études sont encore nécessaires afin de déterminer précisément les facteurs de risque principaux pour chaque population.

Comme expliqué précédemment, la majeure partie de la mortalité néonatale précoce est la conséquence d'une asphyxie *in utero*. Le chiot décède durant la mise-bas ou quelques jours après. Ainsi l'anoxie fœtale n'a des conséquences que tardivement en favorisant le développement de pathogènes au sein de l'organisme du chiot.

A la naissance, le chiot utilise la majeure partie de ses réserves de glycogène hépatique en 12h environ ^[16]. En l'absence de prise de colostrum ou lors de prise insuffisante, une hypoglycémie sévère peut se produire dès le deuxième jour de vie. Cette hypoglycémie provoque une chute de pression artérielle de 50%, engendrant rapidement une défaillance cardiopulmonaire, responsable de la mort du nouveau-né ^[17].

A la naissance, le chiot subit une chute de température corporelle durant les 20 premières minutes de vie de 1 à 3°C ^[18]. Cette chute s'explique par le fait que le ratio surface/volume du nouveau-né est très important, ce qui engendre une perte massive de chaleur par la peau. De plus, le chiot naît mouillé dans un environnement plus froid que l'utérus de la mère. Enfin le nouveau-né ne possède pas de couche graisseuse et est dépourvu des réflexes de frisson et de vasoconstriction périphérique, entraînant une incapacité à garder la chaleur. La mère joue alors un rôle crucial dans la gestion de cette

hypothermie. Le léchage à la mise-bas permet de sécher le chiot, tandis que la température du lait (estimée à 1°C de moins que la température rectale ^[1]) permet le réchauffement du nouveau-né lors de l'ingestion. Toute cause entraînant un éloignement du chiot ou un défaut de comportement maternel provoquent donc rapidement une hypothermie, aggravant rapidement la situation. Il convient de noter qu'en dessous de 34°C, la motilité digestive est fortement diminuée. Ceci favorise les risques de fausse déglutition et empêche le chiot de vider son estomac, le privant ainsi de l'énergie apportée par la digestion.

Le chiot est constitué à 82% d'eau ^[18] contre 55% chez l'adulte ^[11]. La peau représente 25% du poids du chiot et n'est pas totalement fonctionnelle, tout comme les reins. En effet la couche kératinisée de la peau n'est définitivement étanche que vers l'âge de 20 à 30 jours de vie ^[1,11]. Le rein n'est totalement fonctionnel qu'après 2-3 semaines ^[1,11]. A la naissance, la filtration glomérulaire ne représente que 20 à 50% de la filtration adulte ^[11]. Les pertes hydriques du nouveau-né sont donc importantes, et en l'absence d'apport adéquat, la déshydratation intervient rapidement.

On parle de syndrome irréversible d'hypothermie et de défaillance cardiopulmonaire lorsque le chiot, sujet à une hypoglycémie associée à une déshydratation et une hypothermie, atteint le point de non-retour et décède des suites d'un arrêt cardiorespiratoire ^[1]. Ce syndrome survient très rapidement, quelle que soit l'affection primaire. Une fois ces mécanismes mis en place, il est très difficile voire impossible de sauver l'animal.

La mort d'un chiot durant la première semaine de vie est en majeure partie la conséquence de phénomènes survenus bien avant le déclenchement des signes cliniques. Dans cette optique, la maîtrise de ces facteurs de risque permettrait de réduire significativement la mortalité totale. Cependant, la maîtrise de ces facteurs n'est intéressante qu'à deux conditions. Premièrement, le facteur doit avoir suffisamment d'effet pour que sa maîtrise permette de diminuer la mortalité. Deuxièmement, le facteur doit être maîtrisable. Ainsi, bien que la position du fœtus à la mise-bas soit un facteur de risque démontré de mortalité ^[1,6], il paraît difficile de pouvoir contrôler ce facteur. L'ordre de mise-bas joue un rôle dans la mortalité avec un risque d'hypoxie plus important pour chaque

augmentation d'un rang dans l'ordre de mise-bas ^[1]. Il n'est cependant pas possible de contrôler le nombre de chiots par portée.

La mortalité néonatale tardive (de 1 semaine à 3 semaines de vie) est principalement causée par des infections bactériennes (pneumonie et gastro-entérite) ^[1,5,7]. Les études menées en Norvège rapportent des taux de mortalité néonatale tardive inférieurs à ceux des autres études ^[2,4]. Ceci peut être expliqué par le fait que les pathogènes présents et les protocoles de vaccination sont différents dans ce pays. De plus, les élevages norvégiens sont de taille souvent plus modeste ^[2], ce qui diminue la pression d'infection au sein de la population du chenil. Comme dit précédemment, les sources de contamination sont majoritairement les flores utérine et digestive de la mère et l'environnement ^[8,9,11]. En l'absence de prise colostrale, le nouveau-né ne dispose que d'une faible partie des anticorps maternels, principalement les immunoglobulines G, transmis via le placenta durant la gestation ^[1,9] (à hauteur d'environ 1 à 20% ^[1]). Ces faibles quantités d'anticorps ne peuvent assurer une protection efficace contre les pathogènes de l'environnement, c'est pourquoi un défaut de prise colostrale se traduit par le développement d'infections dès la première semaine de vie.

Un des moyens les plus simples et sûrs de déterminer si un chiot est en bonne santé est la mesure de son poids et plus largement la surveillance de sa croissance.

Dans les premiers jours de vie, il est estimé qu'un chiot sain, mâle ou femelle, doit prendre 8% de son poids de naissance par jour durant les 3 premiers jours puis 12% par jour les 4 jours suivants ^[4]. Une perte de poids au 4^{ème} jour par rapport au poids de naissance est un facteur de risque important de mortalité ^[3]. On estime que le chiot doit atteindre le double de son poids de naissance autour de 10-12 jours ^[19]. A la naissance, il existe une différence significative de poids entre mâle et femelle ^[20]. Les courbes de croissance restent à peu près similaires jusqu'à 60 – 70 jours de vie ^[20], où le mâle grandit plus que la femelle et atteint au final un poids adulte plus élevé.

Les courbes de croissance sont relativement similaires au sein d'un groupe défini par la taille adulte (miniature, petite, moyenne, grande et géante). La croissance

maximale est atteinte entre 89 et 106 jours de vie ^[20]. Le chien atteint 33% de son poids adulte autour de 3 mois d'âge ^[20]. La croissance est exponentielle jusqu'à 11 semaines environ chez les races Toy, 14 à 16 semaines chez les races petites et moyennes et à 20 semaines pour les races géantes, avec un taux de croissance journalier estimé entre 13% et 17% ^[13]. Il a été démontré au travers des quelques études réalisées, que la croissance varie selon la race et le sexe ^[13,20,21]. A la suite de cette phase, le taux de croissance diminue, et le chien atteint son poids adulte vers 9 – 10 mois pour les races miniatures, petites et moyennes ou vers 11 – 15 mois chez les races grandes et géantes ^[13,21].

Le but de cette étude est de décrire la distribution des cas de mortalité au sein d'un élevage comprenant différentes races. Les données ont été recueillies sur plusieurs années, entre 2002 et 2006. Nous avons ainsi recherché des facteurs de risque de mortalité pour différentes populations (définies entre autres par le format de la race). De plus, nous avons étudié plus particulièrement la croissance afin de déterminer si elle constitue un prédicteur du risque de mortalité.

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

I. Données

Les données sont issues d'un seul élevage français. Elles ont été recueillies entre 2002 et 2006 sous forme de feuilles de pesées pour chaque portée et contiennent également des informations sur la mère (figures 1 et 2). Ces données nous ont permis de connaître les conditions de mise à la reproduction et le détail des mise-bas. L'heure de naissance, le sexe et l'état de santé global des chiots y sont indiqués. Les pesées ont été réalisées de deux fois par jour à la naissance à 2 fois par semaine peu de temps avant que les animaux ne quittent l'élevage, autour de 60-65 jours. Nous avons décidé de définir le jour de la mise-bas comme étant J1 et d'arrêter l'étude à 70 jours de vie. Chaque portée dispose d'une feuille entière où tous les chiots sont inscrits à la suite.

SUIVI POIDS CHIOT SEMAINE ②

RACE: Bordeaux NOM DE LA MERE: Thérèse DATE DE NAISSANCE: 15/8/14

MALES:..... FEMELLES:.....

SEXE	le 23		le 24		le 25		le 26		le 27		le 28		le 29/8	
	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR										
♂	660		700		740		760		790		830		850	
♀	630		670		700		740		750		790		760	
brige	630		670		650		710		730		820	=	820	
brige	620		610		600		680		730		790	=	790	
♀	480		520		560		610		610		640	=	640	
														PAR-

Figure 1 : Fiche d'enregistrement des données, page de pesée

DOSSIER REPRO. X

NOM: *Thallia*
 N°: *2 CER 675*
 ORIGINE: *Charnève*
 Père: *Gro*

Race: *Boxer*
 Date de naissance: *11-08-02*
 Mère: *Oudamé*

Test Pg le : : Traitement galastop du au

Remarques :

Date de début des chaleurs : *06.06-04*

♂ *SAM*

N°
 Date de naissance :
 Mère :

Origine :
 Père :

Accouplés *présentes*

Saillies constatées : *13-06 (SA) / 14-06 / 16-06 / 18-06 (1) / 20-06 (2)*

OBSERVATIONS :

Test RELAXINE : Résultat :

Date entrée en Maternité :
 Mise bas théorique :

MISE BAS le *15.08.04*

Nés : *6 ♀ 1 ♂* Mort-nés : *FP 151 ♀* Vendus : *M 4F*

DCD - 48 h : ♂ ♀	DCD Mater. : ♂ ♀	DCD Nurserie : ♂ 1 ♀
---------------------	---------------------	-------------------------

Couleur :

Testicules	Dents	Conformité	Invendables	AUTRES

REMARQUES : *1 ♂ + 1 ♀ euthanasiés (fentes palatines)*

Figure 2 : Fiche d'enregistrement des données, première page

II. Outils statistiques

Concernant l'analyse univariée, nous avons effectué différents tests statistiques. Les moyennes sont indiquées avec l'écart-type sous la forme $M \pm SEM$. L'utilisation du test de Student, ou T-test, nous a permis de comparer des moyennes deux à deux. Lorsqu'il a fallu comparer plusieurs moyennes, c'est alors l'ANOVA que nous avons utilisé. Le test du χ^2 nous a été utile pour comparer deux pourcentages. Enfin la réalisation de courbes ROC nous a aidés à déterminer des valeurs critiques au-delà desquelles le risque de mortalité augmente significativement.

L'analyse multivariée a été réalisée avec l'aide de la version 9.3 du logiciel SAS (SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA), que nous avons conduite grâce à la procédure statistique SAS PROC MIXED. Dans cette analyse, nous avons utilisé différentes variables. Les variables quantitatives utilisées sont la densité dans le chenil, la taille de la portée, l'âge de la mère, le poids de naissance et la croissance de J3 à J21. Pour les variables qualitatives on retrouve le groupe de race et la saison.

Deux valeurs sont considérées comme significativement différentes pour une valeur de $p < 0,05$, et considérées comme fortement différents lorsque la valeur de p est inférieure à 0,001.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

I – Statistiques descriptives

A. Population

Dans l'élevage, 2 288 chiots sont nés du 13/01/2001 au 30/10/2006. Cela correspond à 390 mises-bas de 80 femelles provenant de 22 races différentes (tableau 2). Selon les facteurs de risque étudiés, tous les chiots n'ont pas pu être pris en compte. Par exemple, concernant la croissance sur la première semaine, nous n'avons pas pu utiliser les données des chiots n'ayant pas été pesés le premier jour. La taille de l'échantillon initial utilisé est indiquée tout au long de l'étude dans les parties correspondantes. Nous avons regroupé les races en quatre groupes selon le format racial. Ainsi les petites races ont un poids adulte inférieur à 10kg, les races moyennes pèsent entre 10 et 25kg une fois adulte, les grandes races ont un poids à l'âge adulte compris entre 25 et 45kg et enfin les races géantes pèsent plus de 45kg à l'état adulte.

Les 80 femelles ont en moyenne $3,4 \pm 1,4$ ans au moment de la mise-bas. Pour 11 portées, l'âge de la mère n'est pas renseigné. La période de mise en contact avec le mâle se situe entre $6,4 \pm 2,5$ jours et $10,4 \pm 3,1$ jours après l'apparition des chaleurs.

La race la plus représentée est une race de format moyen. En effet la population étudiée comprend 314 chiots Cocker Spaniel (13,8% des chiots) provenant de 57 portées de 12 mères différentes (tableau 2). On retrouve ensuite le Basset Hound avec 205 chiots (9,0% des chiots de l'étude, 28 portées de 5 mères) puis le Rottweiler et le West Highland White Terrier, avec respectivement 199 (8,7% des chiots) et 196 chiots (8,6%).

En revanche, la race Jack Russel Terrier n'est représentée que par seulement 3 chiots d'une même portée. De même, on ne retrouve que 7 chiots Scottish Terrier, provenant de 2 portées d'une seule mère et 5 chiots Spitz Nain Orange de 3 portées de 2 mères différentes. Ainsi pour ces races, certaines moyennes n'auraient pas été pertinentes du fait de la taille de l'échantillon, et n'ont donc pas été calculées.

		Nombre de portées	Nombre de femelles	Nombre de chiots
PETIT		154	32	722
	Bouledogue Français	13	5	54
	Cavalier King Charles	5	1	25
	Coton de Tuléar	37	6	164
	Jack Russel Terrier	1	1	3
	Lhasa Apso	23	4	112
	Scottish Terrier	2	1	7
	Shi Tzu	11	1	68
	Spitz Nain Orange	3	2	5
	West Highland White Terrier	39	8	196
	Yorkshire Terrier	19	3	88
MOYEN		94	21	535
	Schnauzer Moyen	11	3	64
	Bull Terrier	10	2	79
	Sharpeï	11	3	48
	Cocker Américain	5	1	30
	Cocker Spaniel	57	12	314
GRAND		92	18	644
	Labrador	28	4	159
	Golden Retriever	15	2	127
	Basset Hound	28	5	205
	Berger Allemand	12	4	78
	Boxer	9	3	75
GEANT		49	10	387
	Rottweiler	25	4	199
	Bouvier Bernois	24	6	188

Tableau 2 : Effectifs détaillés pour chaque race et chaque groupe de race

Les petites races sont les plus nombreuses, avec un total de 722 chiots soit 31,6% de la population totale. Les grandes races comptent pour 28,1% tandis que les races moyennes correspondent à 23,3% de l'effectif total. Enfin les races géantes sont les moins représentées avec 387 chiots soit 17% de la population de l'étude.

Le sex ratio mâle : femelle est de 235 : 253, avec 36 chiots de sexe inconnu (des mort-nés pour la plupart), soit 48,2% de mâles et 51,8% de femelles.

B. Mortalité

Sur la population globale (2 288 chiots), la mortalité totale est de 524 chiots soit 22,8%, avec une grande proportion de mort-nés (43,7% de la mortalité), dont 11,8% de chiots anormaux. La mortalité néonatale précoce (mort-nés et décès durant la première semaine) regroupe près de 70% de la mortalité totale. Si l'on s'intéresse à la mortalité néonatale, on englobe alors plus de 80% de la mortalité durant les 2 premiers mois de vie (tableau 3, figure 3).

	Nombre de chiots	% des nés totaux (N=2 288)	% des nés vivants (N=2 059)	% de la mortalité
Mort-nés	229	10,0	-	43,7
J0-J2	53	2,2	2,6	9,7
J3-J7	89	3,9	4,3	17,0
J8-21	62	2,7	3,0	11,8
J21-J70	91	4,0	4,4	17,4
Mortalité néonatale précoce (J0-J7)	142	6,1	6,9	26,7
Mortalité périnatale (mort-nés + J0-J7)	371	16,1	-	69,8
Mortalité néonatale tardive (J8 - J70)	153	6,7	7,4	29,2
Mort-nés + J0-J21	433	18,8	-	81,6
Mortalité totale (jusqu'à 70 jours)	524	22,8	-	100%

Tableau 3 : Incidence de la mortalité selon la période (N= 2 288 chiots)

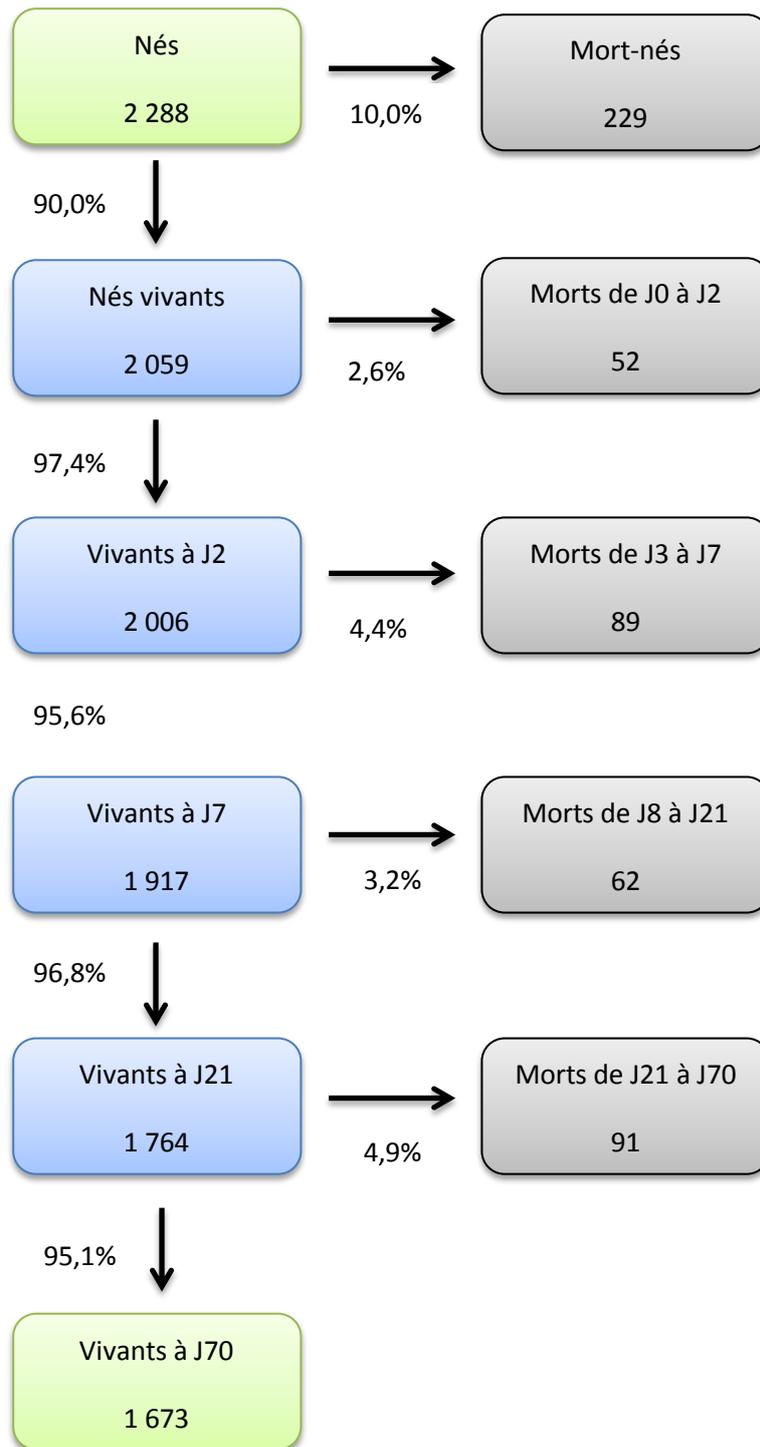


Figure 3 : Risque de mortalité à chaque période de vie.

Les pourcentages associés à chaque flèche correspondent au taux de mortalité des chiots encore vivants à la période considérée

Le nombre de chiots décédés est significativement différent entre les premières périodes (mort-nés, 0-7 jours, 8-21 jours et 21-70 jours). Cependant, on ne trouve pas de différence significative pour les deux dernières périodes (figure 4). Ainsi, la mortinatalité représente la part la plus importante de la mortalité (229 chiots, 43,7% de la mortalité totale). La deuxième période à risque de mortalité correspond à la première semaine de vie où on constate 142 chiots décédés (26,7% de la mortalité totale). Les deux périodes suivantes sont moins à risques : on retrouve moins de mortalité sur des durées plus importantes.

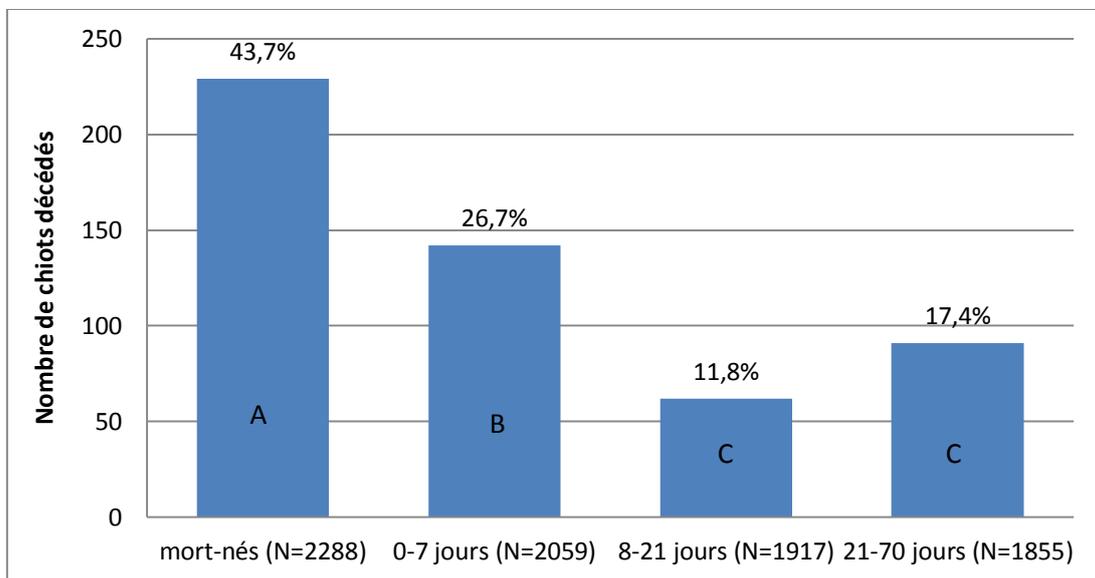


Figure 4 : Nombre de chiots décédés selon la période. Les colonnes portant des lettres différentes correspondent à des taux de mortalité significativement différents au seuil de $p=0,05$. Les pourcentages indiqués correspondent au pourcentage de la mortalité totale.

Si l'on détaille la distribution de la mortalité en fonction du temps, on remarque un pic à J3 avec 38 chiots morts (figure 5). Le nombre décroît ensuite, à l'exception d'un pic de 20 chiots décédés au 9^{ème} jour de vie. On retrouve également un nombre conséquent de chiots décédés entre le 60^{ème} jour et 70^{ème} jour. Les chiots mort-nés n'ont pas été représentés dans ce graphique. Si l'on étudie le nombre de chiots vivants selon l'âge, on observe une première décroissance rapide correspondant à la mortinatalité, puis une

deuxième phase correspondant à la mortalité de la première semaine (figure 6). Suite à ces deux vagues, la courbe décroît plus lentement et plus régulièrement.

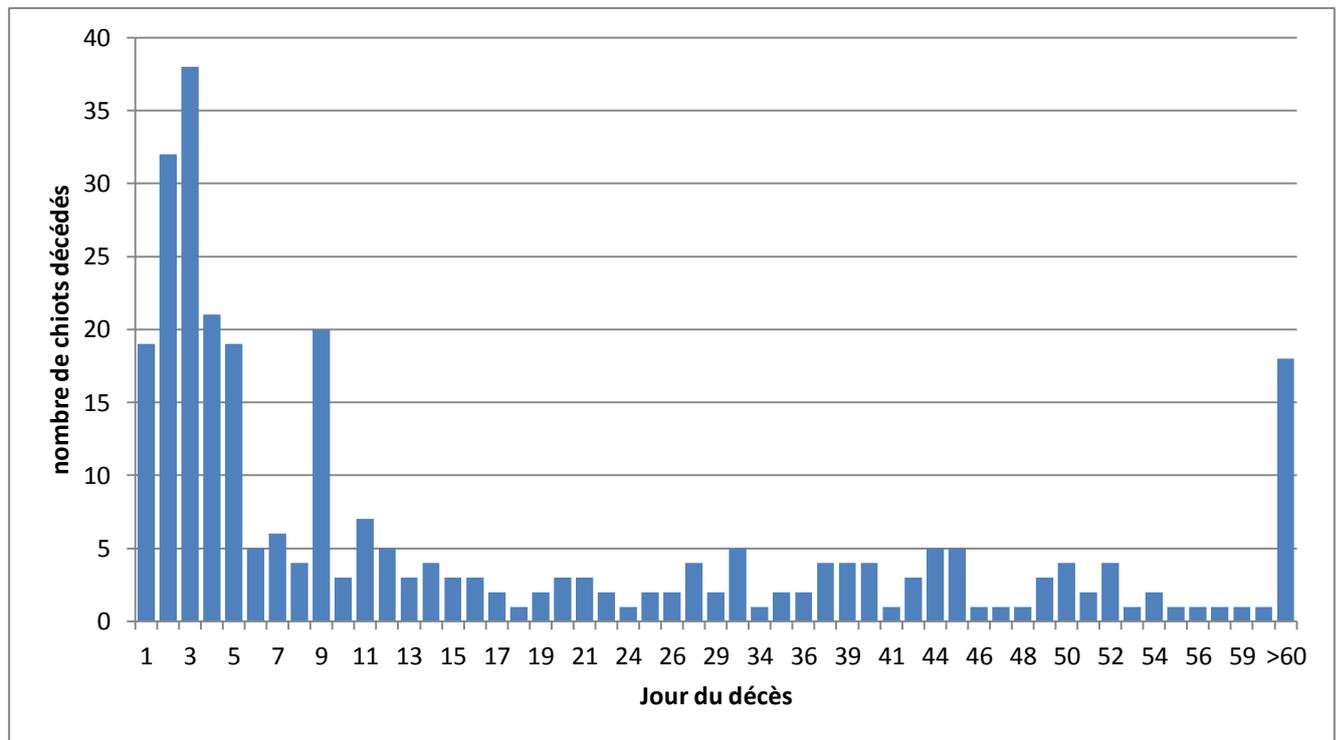


Figure 5 : Distribution des cas de mortalité au cours du temps. Seuls les chiots nés vivants ont été représentés (N=295)

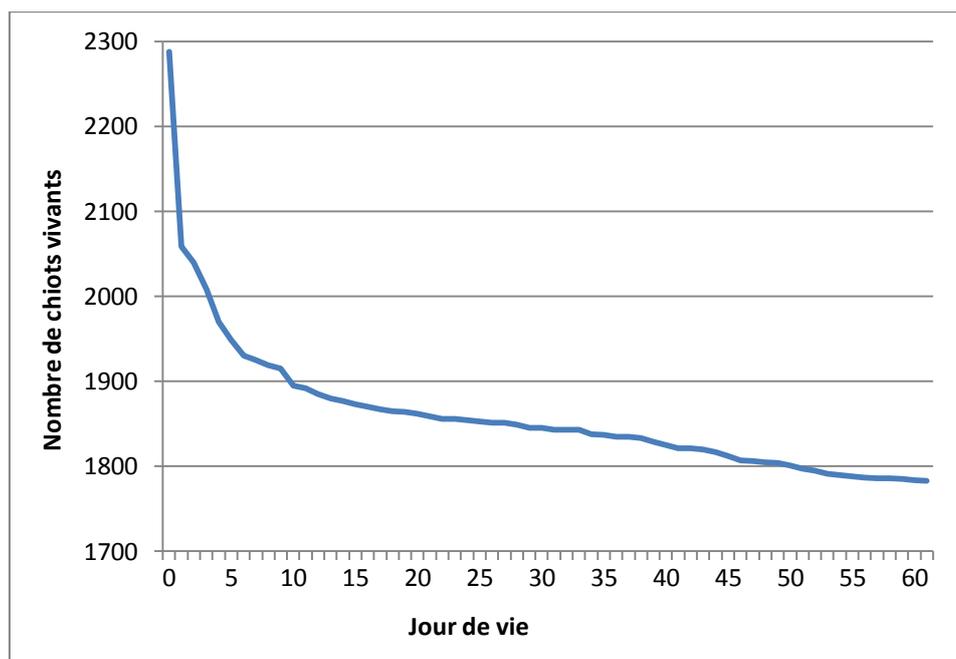


Figure 6 : Nombre de chiots vivants selon l'âge

Les causes de décès ne sont pas renseignées ou sont inconnues pour 355 chiots soit 67,2% des chiots décédés. Au total, les malformations sont impliquées dans 28,3% des décès pour lesquels la cause est renseignée. Parmi les chiots mort-nés, ces malformations représentent 11,8% des causes identifiées. La deuxième catégorie est la catégorie « Autres », regroupant de nombreuses causes et participant à hauteur de 21,8%. On retrouve enfin les causes infectieuses avec 20,4% de la mortalité sur ces 170 chiots (tableau 4).

	Nombre de chiots
Malformation	48 (28.3%)
Autres	37 (21.8%)
Dont euthanasie sans cause déclarée	14 (8.2%)
Mort dans l'amnios	12 (7.1%)
Divers	11 (6.5%)
Dont perte de poids rapide	1 (0.6%)
Dont défaut allaitement / soins par la mère	7 (4.1%)
Dont taille excessive du chiot	2 (1.2%)
Dont post-opératoire	1 (0.6%)
Infectieux	35 (20.4%)
Accident	26 (15.3%)
Dont cannibalisme	11 (6.5%)
Dystocie	14 (8.3%)
Prématuré	10 (5.9%)

Tableau 4 : Causes de mortalité. Les données ont été renseignées pour 170 chiots parmi les 524 chiots décédés durant la période de l'étude

C. Facteurs relatifs au chiot

1. Taille de la portée

Les portées sont constituées en moyenne de $5,9 \pm 2,6$ chiots nés totaux (tableau 5). Les petites races ont les portées les plus petites avec une taille moyenne de $4,7 \pm 1,8$ chiots, tandis que les races géantes produisent les portées les plus grandes avec une taille moyenne de $7,9 \pm 3,3$ chiots.

La race la plus prolifique est une grande race. En effet les Golden Retriever ont une portée moyenne de $8,5 \pm 2,4$ chiots (N=15). Vient ensuite la race Boxer avec une portée moyenne de $8,3 \pm 1,2$ chiots (N=9) et enfin le Rottweiler avec $8,0 \pm 3,1$ chiots par portée (N=25).

Au contraire, les races les moins prolifiques sont le Bouledogue Français et le Cavalier King Charles avec une portée moyenne de $4,2 \pm 1,8$ et $\pm 1,0$ respectivement (N=13 et N=5 respectivement). On retrouve ensuite le Coton de Tuléar et le Sharpeï avec $4,4 \pm 1,7$ et $4,4 \pm 1,9$ chiots par portée respectivement (N=37 et N=11).

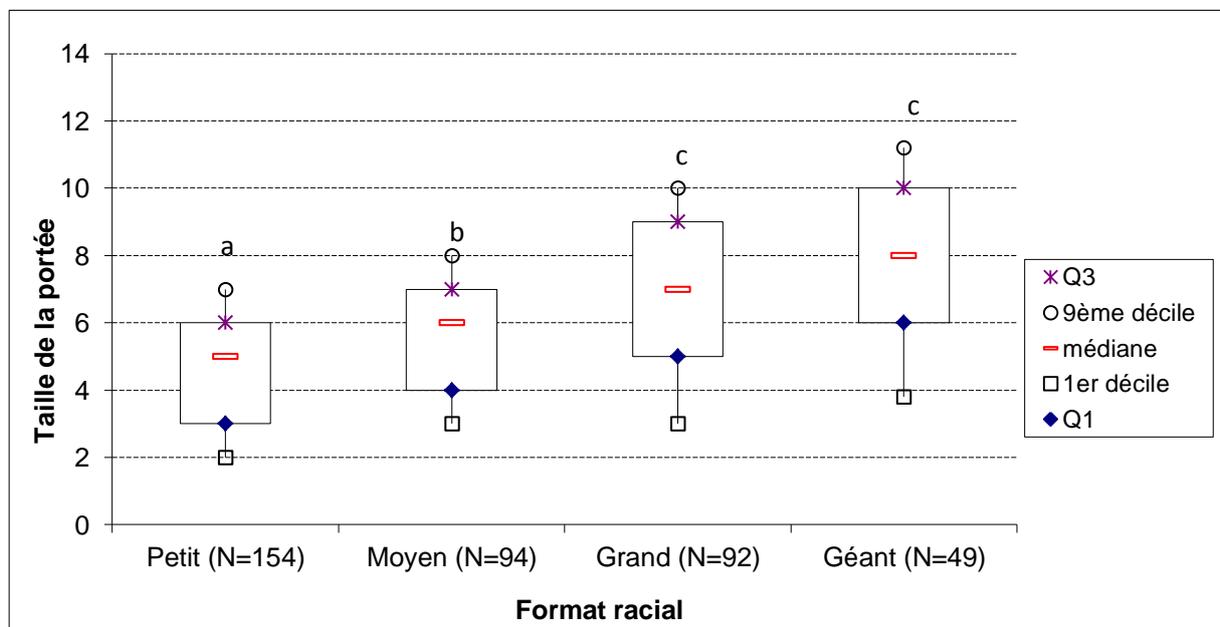


Figure 7: Taille de portée (nombre de chiots nés totaux) en fonction du format racial. Les nombres correspondent au nombre de portées pour chaque format. Les boîtes portant des lettres différentes ont des médianes significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

La taille de la portée augmente avec le format racial : la taille moyenne de portée des petites races est significativement inférieure à celle des races moyennes, elle-même significativement inférieure à la taille de portée des races grandes et géantes, non différente entre elles (figure 7).

	Moyenne	Ecart-type	N (portées)
TOTAL	5,9	± 2,6	390
PETIT	4,7	± 1,8	154
Shi Tzu	6,2	± 2,4	11
West Highland White Terrier	5,0	± 1,3	39
Lhasa Apso	4,9	± 2,0	23
Yorkshire Terrier	4,6	± 1,4	19
Coton de Tuléar	4,4	± 1,7	37
Cavalier King Charles	4,2	± 1,0	5
Bouledogue Français	4,2	± 1,8	13
Spitz Nain Orange			3
Scottish Terrier			2
Jack Russel Terrier			1
MOYEN	5,7	± 2,2	94
Bull Terrier	7,9	± 2,0	10
Cocker Américain	6,0	± 1,4	5
Schnauzer Moyen	5,8	± 2,5	11
Cocker Spaniel	5,5	± 2,1	57
Sharpei	4,4	± 1,9	11
GRAND	7,0	± 2,8	92
Golden Retriever	8,5	± 2,4	15
Boxer	8,3	± 1,2	9
Basset Hound	7,3	± 3,2	28
Berger Allemand	6,5	± 2,4	12
Labrador	5,7	± 2,5	28
GEANT	7,9	± 3,3	49
Rottweiler	8,0	± 3,1	25
Bouvier Bernois	7,8	± 3,5	24

Tableau 5 : Taille de la portée (nombre de chiots nés totaux) par format racial

2. Poids à la naissance

Sur la population totale (2 288 chiots), 1 568 chiots ont été pesés dès le jour de la mise-bas (J1). En effet une partie des chiots nés en fin de journée voire dans la nuit n'ont été pesés qu'à partir du lendemain matin, soit à J2. Le poids moyen du chiot à la naissance est de $310,8 \pm 125,3$ g.

C'est dans la race Yorkshire que les chiots sont les plus petits à la naissance avec un poids moyen de $150,6 \pm 33,0$ g (N=64). On retrouve ensuite les Shi Tzu avec $154,5 \pm 22,8$ g (N=53) puis les Lhasa Apso avec un chiot pesant en moyenne $175,3 \pm 35,8$ g (N=72) à la naissance.

Etonnamment, le chiot le plus lourd à la naissance n'appartient pas à une race géante. En effet c'est le Sharpei, une race de taille moyenne, qui arrive en premier avec un poids moyen à la naissance de $494,1 \pm 58,8$ g (N=43). On retrouve ensuite le Basset Hound, grande race, avec $474,4 \pm 63,9$ g (N=132) pour un chiot à la naissance. Le Bouvier Bernois, race géante, n'arrive qu'en troisième position avec un chiot pesant en moyenne $545,0 \pm 58,3$ g (N=117).

Les chiots de petite race pèsent en moyenne significativement moins lourd ($188,0 \pm 45,9$ g) que les chiots de race moyenne ($273,3 \pm 98,0$ g) ayant eux-mêmes un poids à la naissance significativement inférieur à celui des chiots de grande race ($424,7 \pm 72,6$ g). Il est cependant intéressant de constater que les chiots de race grande ou géante ont un poids moyen à la naissance similaire (respectivement $424,7 \pm 72,6$ g et $419,3 \pm 64,8$ g), alors que leur poids adultes sont différents (tableau 6, figure 8).

	Moyenne (g)	Ecart-type (g)	N (chiots)
TOTAL	310,8	± 12,3	1568
PETIT	188,0	± 45,9	500
Cavalier King Charles	292,1	± 32,3	12
Bouledogue Français	231,3	± 56,0	29
West Highland Wight Terrier	203,5	± 31,9	122
Coton de Tuléar	195,5	± 39,3	142
Lhasa Apso	175,3	± 35,8	72
Shi Tzu	154,5	± 22,8	53
Yorkshire	150,6	± 33,0	64
Spitz Nain Orange			4
Scottish Terrier			1
Jack Russel Terrier			1
MOYEN	273,3	± 98,0	389
Sharpei	494,1	± 58,8	43
Bull Terrier	291,0	± 56,1	59
Cocker Spaniel	237,8	± 58,6	226
Cocker Américain	235,4	± 34,5	24
Schnauzer Moyen	234,5	± 54,7	37
GRAND	424,7	± 72,6	410
Basset Hound	474,4	± 63,9	132
Berger Allemand	446,1	± 70,9	43
Boxer	412,8	± 55,4	65
Labrador	390,3	± 70,5	95
Golden Retriever	379,9	± 42,0	76
GEANT	419,3	± 64,8	269
Bouvier Bernois	454,0	± 58,3	117
Rottweiler	392,5	± 56,4	152

Tableau 6 : Poids à la naissance par format racial

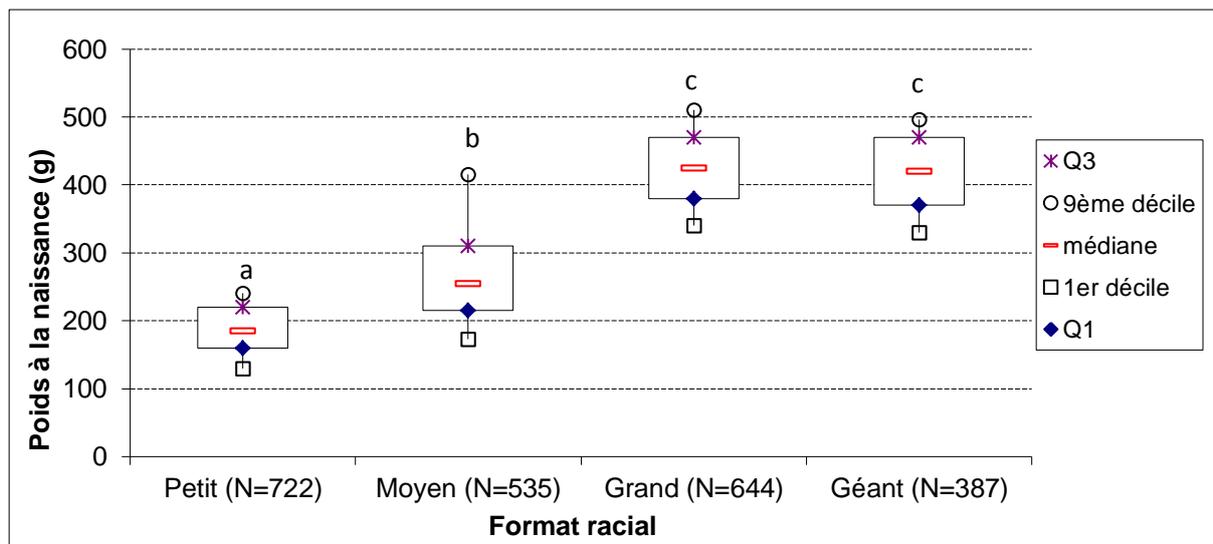


Figure 8 : Poids à la naissance en fonction du format racial. Les nombres correspondent au nombre de chiots pour chaque format. Les boîtes portant des lettres différentes ont des médianes significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

3. Croissance

a. Croissance en valeur absolue

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux gains moyens quotidiens (GMQ) sur les périodes J1-J3, J3-J7, J7-J21 et J22-J50.

Durant la première période, de 1 à 3 jours de vie, le GMQ varie selon le groupe racial (figure 9). Les grandes races ont le GMQ le plus élevé (20 g/j). Viennent ensuite les groupes moyen et petit avec des GMQ médians respectifs de 16,25 et 13,5 g/j. On retrouve donc en dernier le groupe des races géantes avec un GMQ médian de -9,13 g/j.

De 3 à 7 jours de vie, les résultats sont légèrement différents, avec toujours une influence du groupe sur le GMQ ($p < 0,001$) (figure 10). Le groupe des grandes races possède toujours le GMQ le plus élevé avec une médiane de 33 g/j, suivi par le groupe des races géantes (26 g/j). Viennent enfin les groupes moyen et petit avec des GMQ médians respectifs de 22 et 16,5 g/j.

Concernant la période de 7 à 21 jours de vie, on retrouve les mêmes tendances avec une influence du format racial ($p < 0,001$) et des GMQ médians respectifs pour les races grandes, géantes, moyennes et petites de 43,6, 41,8, 32,1 et 22,1 g/j (figure 11).

Enfin, concernant la dernière période étudiée, de 21 à 50 jours, le groupe racial a toujours une influence (figure 12). Les groupes des races géante et grande présentent le GMQ le plus élevé (médianes respectives de 85 et 73,4g/j ; $p = 0,095$ entre elles). Les groupes moyen et petit, avec des valeurs médianes respectives de 39,6 et 22,3 g/j, diffèrent significativement entre eux ($p < 0,001$) et avec le groupe grand/géant ($p < 0,001$).

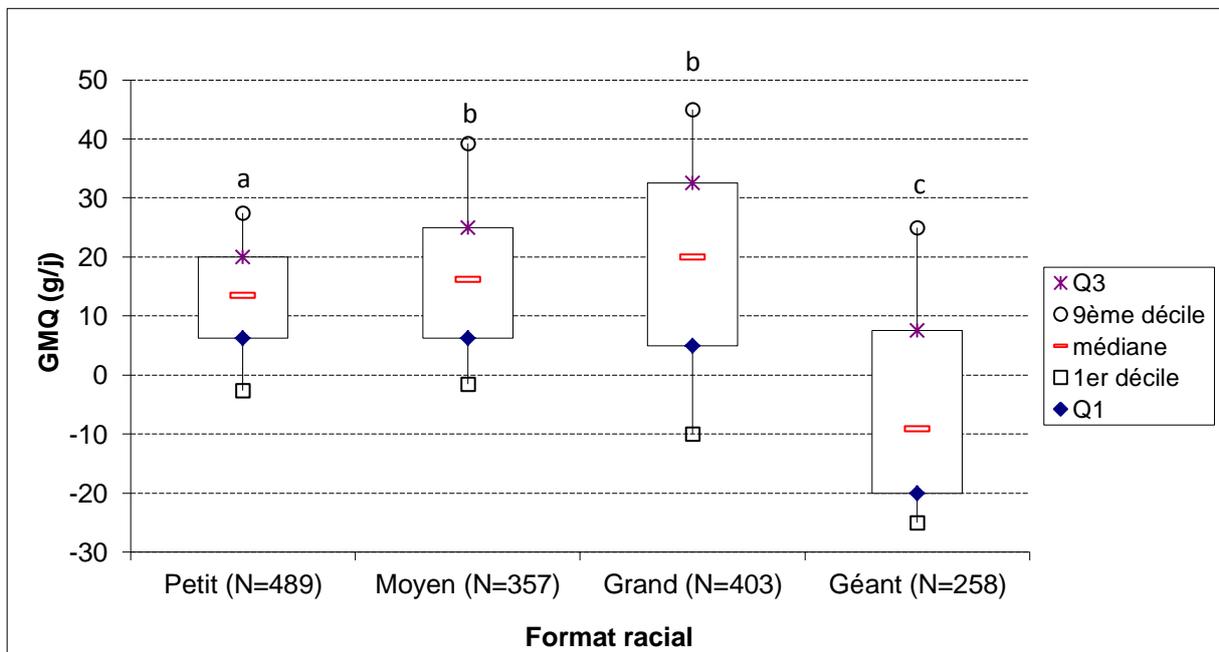


Figure 9 : GMQ de 1 à 3 jours en fonction du groupe racial. Les nombres correspondent au nombre de chiots pour chaque format. Les boîtes portant des lettres différentes ont des médianes significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

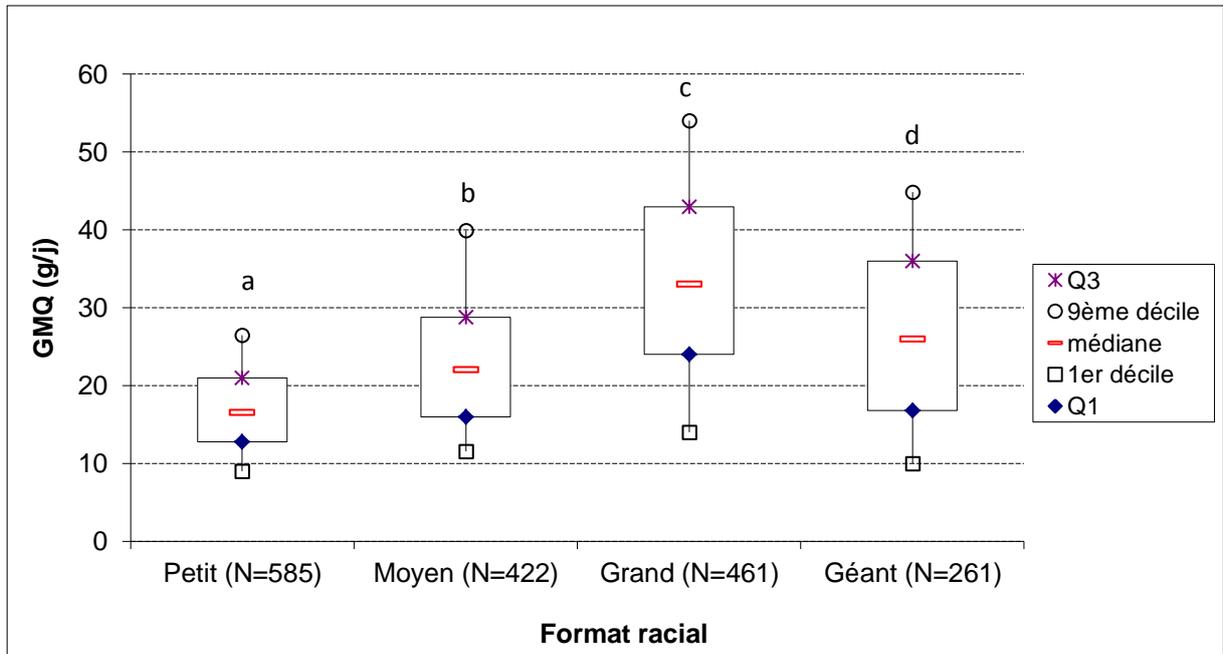


Figure 10 : GMQ de 3 à 7 jours en fonction du groupe racial. Les nombres correspondent au nombre de chiots pour chaque format. Les boîtes portant des lettres différentes ont des médianes significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

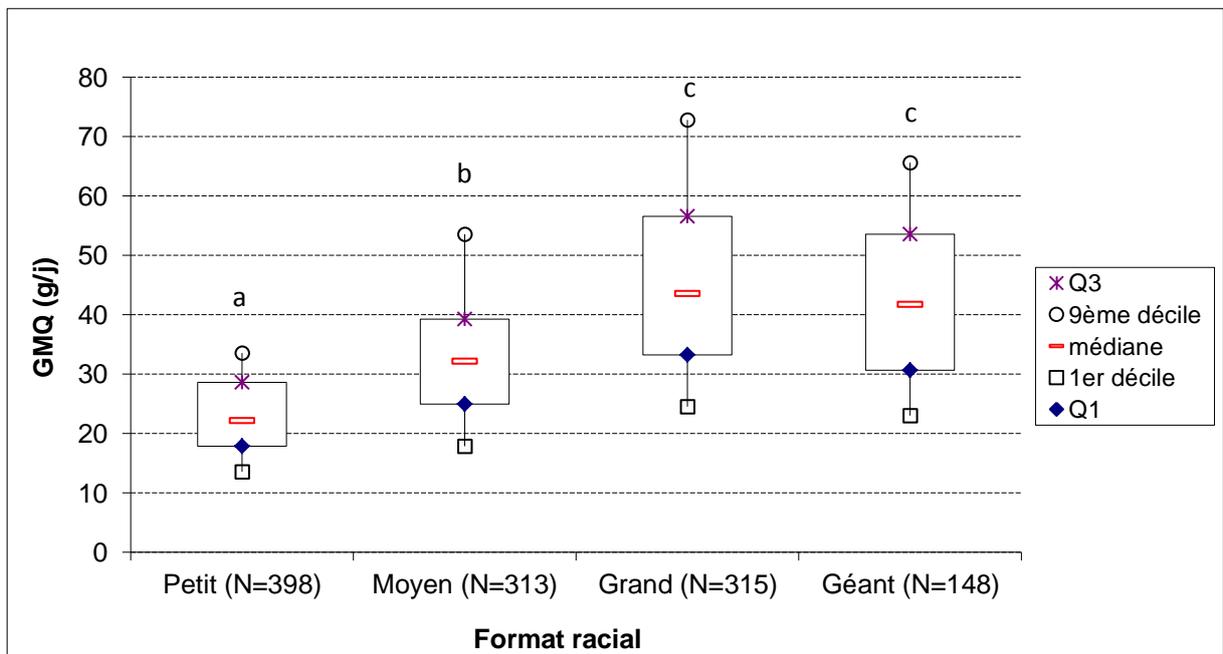


Figure 11 : GMQ de 7 à 21 jours en fonction du groupe racial. Les nombres correspondent au nombre de chiots pour chaque format. Les boîtes portant des lettres différentes ont des médianes significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

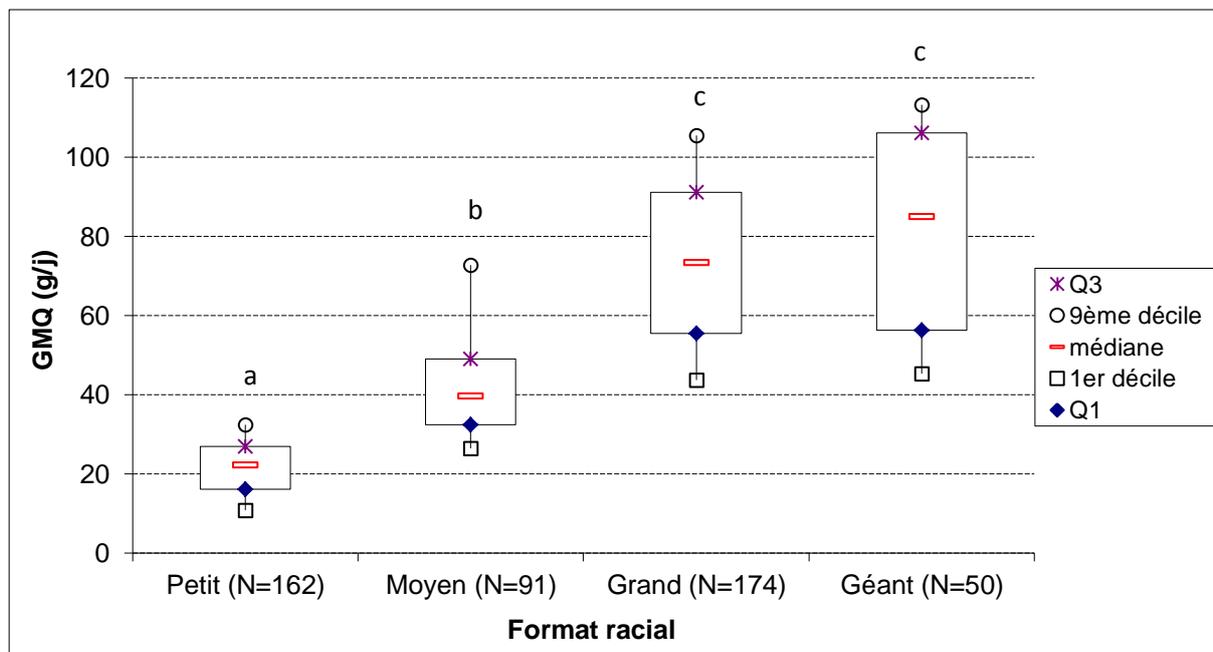


Figure 12 : GMQ de 21 à 50 jours en fonction du groupe racial. Les nombres correspondent au nombre de chiots pour chaque format. Les boîtes portant des lettres différentes ont des médianes significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

b. Croissance en pourcentage du poids de naissance

Le poids de naissance des animaux nés vivants n'a été enregistré que pour 60,5% des petits chiots, 63,0% des chiots moyens, 55,7% des grands et 54,7% des géants. Sur cette population, nous avons étudié la croissance relative, c'est-à-dire la croissance à un instant t par rapport au poids de naissance (poids relatif à un instant $t = \text{poids à l'instant } t / \text{poids de naissance}$). Sur les trois premières semaines, on observe que la croissance est plutôt linéaire (figure 13). Le deuxième jour de vie, 28,2% des chiots ont perdu du poids par rapport à la naissance et 2,2% ont perdu plus de 10%. Le troisième jour de vie, 18,3% des chiots ont toujours un poids inférieur à leur poids de naissance, et 4,4% font moins de 90% du poids initial. La variabilité augmente avec l'âge (écart type allant de 2,5 à 4 fois le poids de naissance à J21). Enfin les chiots atteignent en moyenne le double de leur poids entre le 11^{ème} et le 12^{ème} jour de vie.

De J21 à J56, la croissance reste globalement linéaire (figure 14). La variabilité augmente de manière plus importante, pour atteindre un écart type allant de 8 à 10 fois le

poids de naissance au 56^{ème} jour de vie. Durant cette période, les chiots prennent en moyenne trois fois le poids de départ (poids au 21^{ème} jour). Au 56^{ème} jour, les animaux atteignent en moyenne 9 ± 1 fois le poids de naissance.

En détaillant cette même croissance relative par format de race, on remarque que la variabilité est trop importante pour pouvoir mettre en évidence de différence, que ce soit durant les trois premières semaines de vie ou de J21 à J56 (figures 15 et 16). Les chiots atteignent le double de leur poids de naissance entre le 10^{ème} jour (races petite et moyenne) et le 12^{ème} jour (race géante).

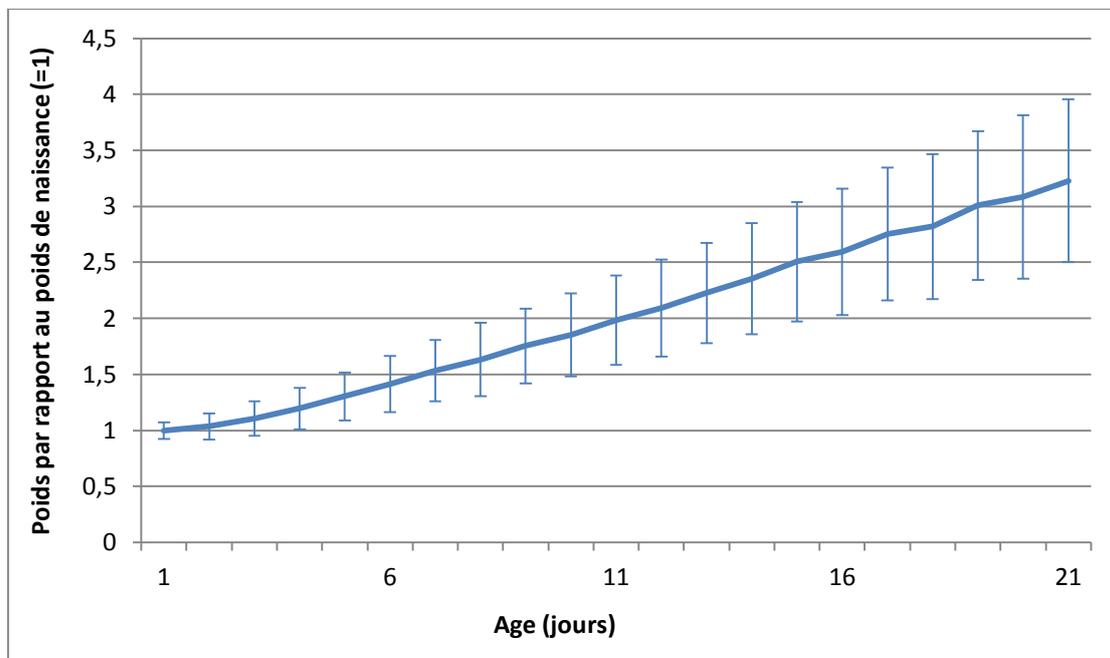


Figure 13 : Croissance moyenne relative au poids de naissance de J1 à J21 pour tous les chiots (N=1 339)

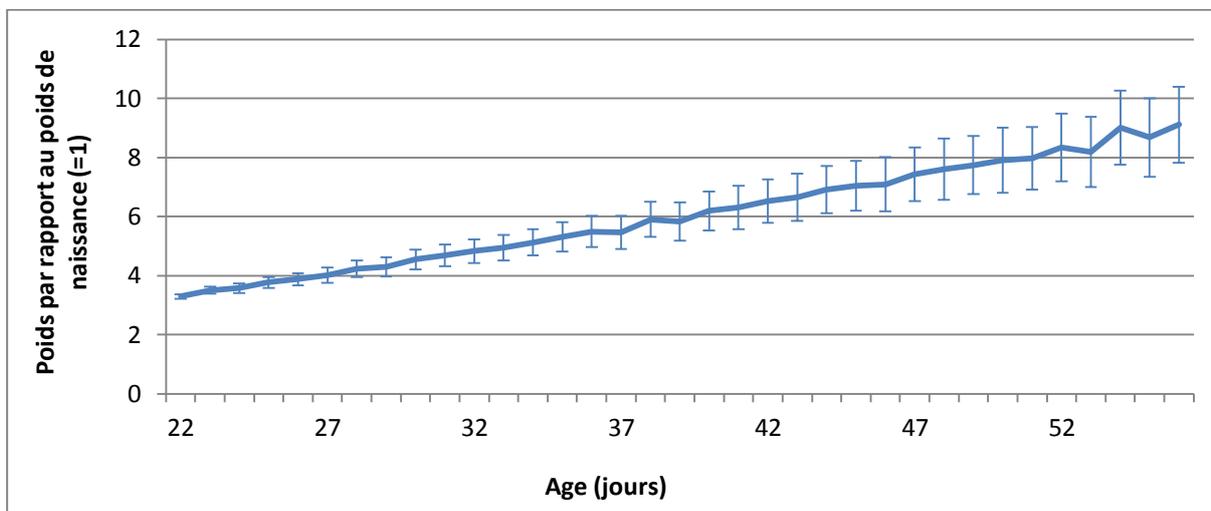


Figure 14 : Croissance moyenne relative au poids de naissance de J21 à J56 pour tous les chiots (N=1 339)

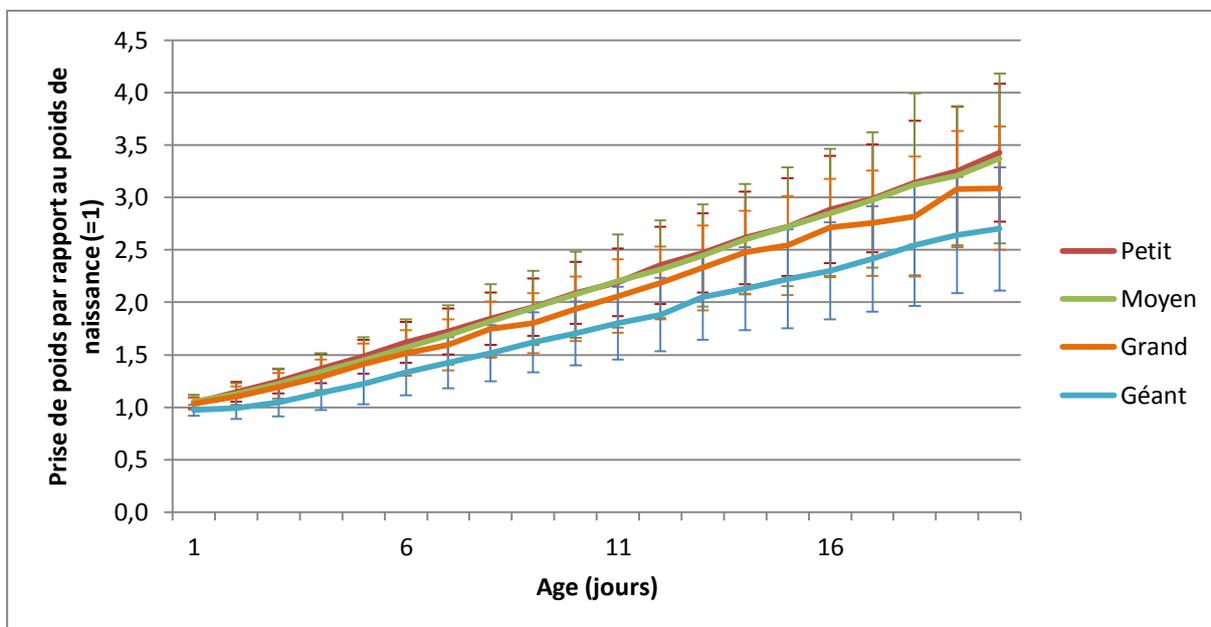


Figure 15 : Croissance moyenne relative au poids de naissance par format de race durant les trois premières semaines de vie (N=1 339)

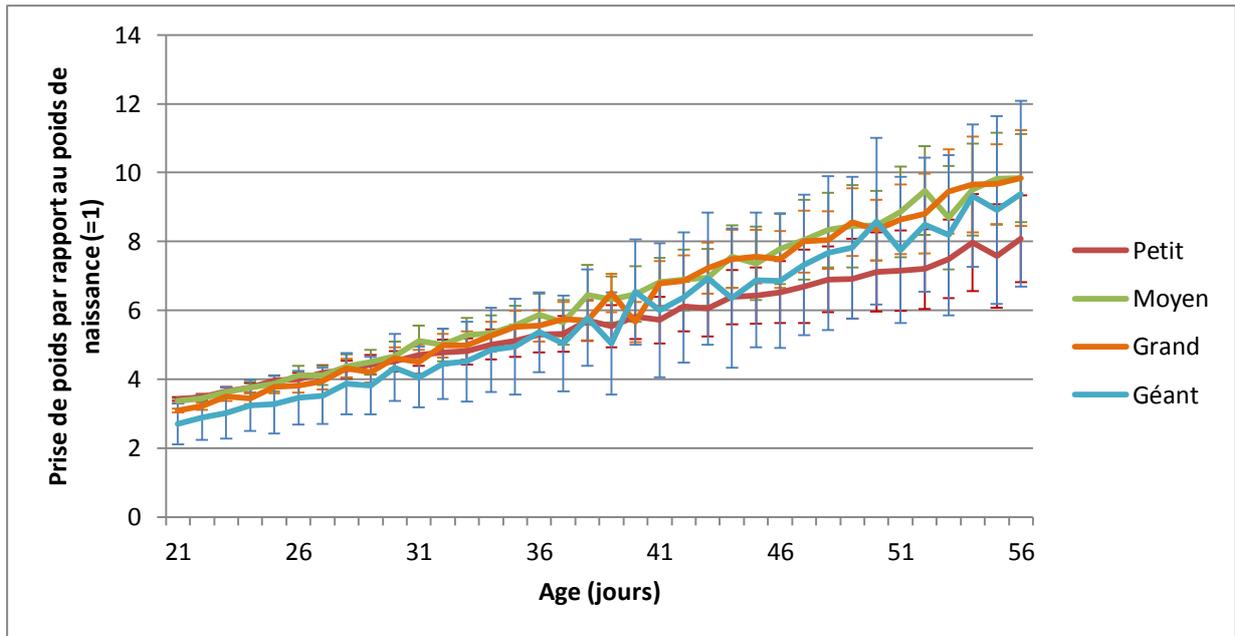


Figure 16 : Croissance moyenne relative au poids de naissance par format de race de J21 à J56 (N=1 339)

c. Croissance cumulative

Sur la période de 0 à 2 mois, la croissance cumulative à un instant t se définit par la formule suivante : croissance cumulative (t) = [poids (t) – poids (naissance)] / [poids (2 mois) – poids (naissance)]. Ainsi on remarque que les chiens de petites races grandissent proportionnellement plus vite durant les 5 premières semaines par rapport aux chiens des autres groupes (tableau 7). En effet, ces chiens atteignent la moitié de leur poids au sevrage dès la quatrième semaine tandis que les chiots des autres groupes raciaux l’atteignent plutôt vers la cinquième semaine. Les races de taille moyenne, grande et géante ont globalement une croissance cumulative similaire tout au long des deux premiers mois de vie. Enfin si on regarde plus en détail ce type de croissance durant les quinze premiers jours de vie, on remarque que les chiots de race géante perdent du poids durant les 4 premiers jours mais rattrapent leur retard à partir de J11 (tableau 8). De manière générale, les races petites et moyennes démarrent leur croissance plus rapidement que les races grandes et géantes (croissances cumulatives à J12 respectivement de 81,2% et 82,0% contre 77,6% et 77,0%, $p < 0,001$).

	Petit (N=169)	Moyen (N=91)	Grand (N=122)	Géant (N=47)	P
Semaine 1	4,5% ^a	3,3% ^a	7,1% ^b	7,5% ^{a,b}	<0,001
Semaine 2	24,6% ^a	17,7% ^b	15,4% ^{b,c}	13,6% ^c	<0,001
Semaine 3	38,7% ^a	29,1% ^b	23,0% ^c	25,9% ^{b,c}	<0,001
Semaine 4	49,2% ^a	40,5% ^b	37,7% ^b	37,3% ^b	<0,001
Semaine 5	63,9% ^a	52,4% ^{b,c}	49,6% ^c	61,1% ^{a,b}	<0,001
Semaine 6	74,7%	69,0%	68,5%	75,5%	0,067
Semaine 7	86,6% ^a	79,5% ^b	83,3% ^{a,b}	82,7% ^{a,b}	0,033
Semaine 8	100%	100%	100%	100%	

Tableau 7 : Croissance cumulative durant les deux premiers mois de vie pour chaque groupe racial. La croissance à un instant t se calcule de la manière suivante : croissance (t) = [poids (t) – poids (naissance)] / [poids (2 mois) – poids (naissance)]. Sur une même ligne, les nombres portant des lettres différentes ont des valeurs différentes au seuil de 0,005.

	Petit (N=359)	Moyen (N=275)	Grand (N=238)	Géant (N=202)	P
J2	2,4% ^a	3,2% ^a	0,5% ^a	-6,9% ^b	<0,001
J3	8,2% ^a	7,2% ^a	4,9% ^a	-6,8% ^b	<0,001
J4	12,9% ^a	12,9% ^a	9,6% ^a	-0,8% ^b	<0,001
J5	19,9% ^a	22,6% ^a	17,6% ^a	3,3% ^b	<0,001
J6	29,7% ^a	28,2% ^a	27,1% ^a	10,0% ^b	<0,001
J7	29,1% ^a	37,3% ^b	23,5% ^a	27,3% ^a	<0,001
J8	47,9% ^a	46,8% ^{a,b}	42,3% ^b	34,4% ^c	<0,001
J9	55,1% ^a	55,3% ^a	51,0% ^b	47,3% ^b	<0,001
J10	63,2% ^a	64,3% ^a	60,8% ^{a,b}	58,7% ^b	0,0014
J11	72,0% ^{a,b}	73,1% ^a	68,5% ^{a,b}	68,2% ^b	0,014
J12	81,2% ^a	82,0% ^a	77,6% ^b	77,0% ^b	<0,001
J13	91,4% ^a	91,0% ^a	87,1% ^b	90,7% ^a	<0,001
J14	100%	100%	100%	100%	

Tableau 8 : Croissance cumulative durant les deux premières semaines de vie pour chaque groupe racial. La croissance à un instant t se calcule de la manière suivante : croissance (t) = [poids (t) – poids (naissance)] / [poids (J14) – poids (naissance)]. Sur une même ligne, les nombres portant des lettres différentes ont des valeurs différentes au seuil de 0,005.

D. Environnement

1. Saison

On retrouve le plus de chiots nés, à savoir 28,0% durant le printemps (considéré du 21 mars au 20 juin). L'automne (23 septembre au 21 décembre) regroupe quant à lui 20,0% des naissances (457 chiots). Enfin 25,4% des chiots naissent durant l'hiver (du 22 décembre au 20 mars) tandis que 26,6% des naissances se produisent l'été (du 21 juin au 22 septembre) (figure 17). On retrouve sensiblement les mêmes valeurs concernant la répartition des mises-bas selon la saison (figure 18).

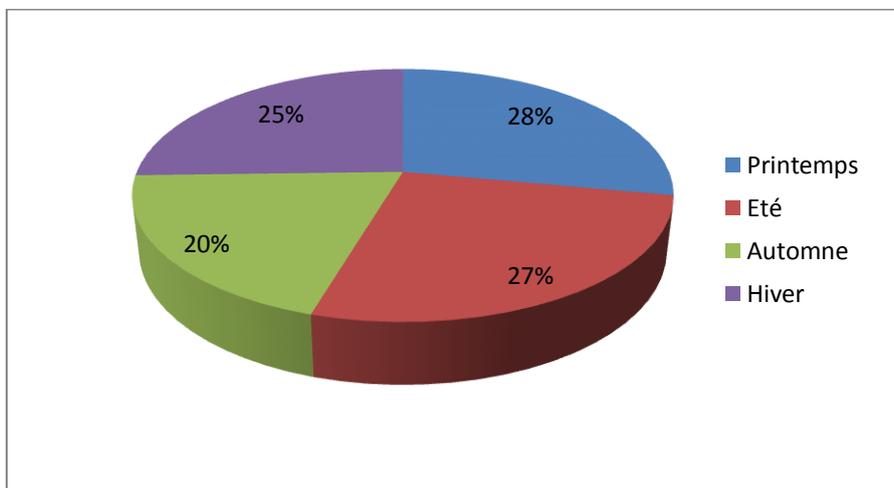


Figure 17 : Répartition des naissances selon la saison (N=2 288)

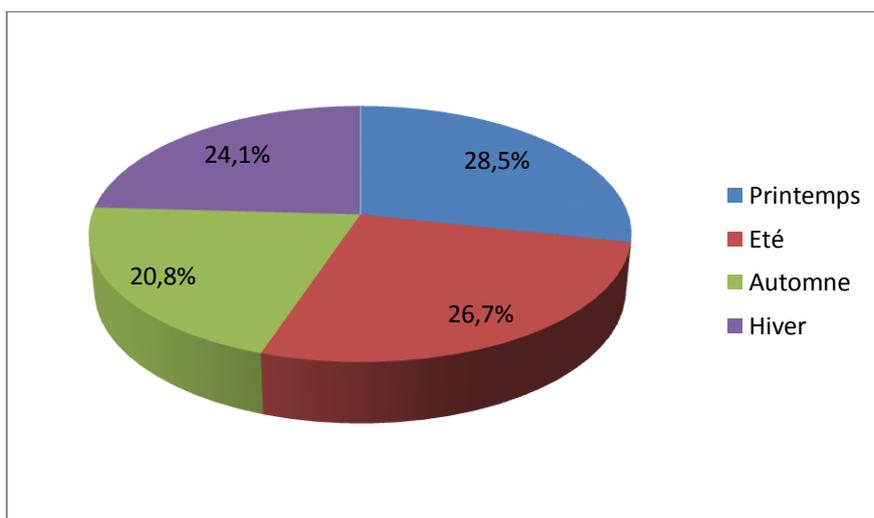


Figure 18 : Répartition des mises-bas selon la saison (N=390)

2. Densité du chenil à la naissance

Le chenil a contenu jusqu'à 169 chiots (de 1 à 70 jours de vie) à un instant t. Nous avons donc réalisé 4 groupes différents, avec des limites de 50, 100 et 150 chiots présents dans l'élevage au moment de la naissance (figure 19).

Ainsi, seulement 43 chiots sont nés lorsque l'élevage contenait plus de 150 tandis que 1 289 naissances ont eu lieu lorsqu'étaient encore présents dans l'élevage entre 51 et 100 chiots. Les échantillons sont très différents entre eux.

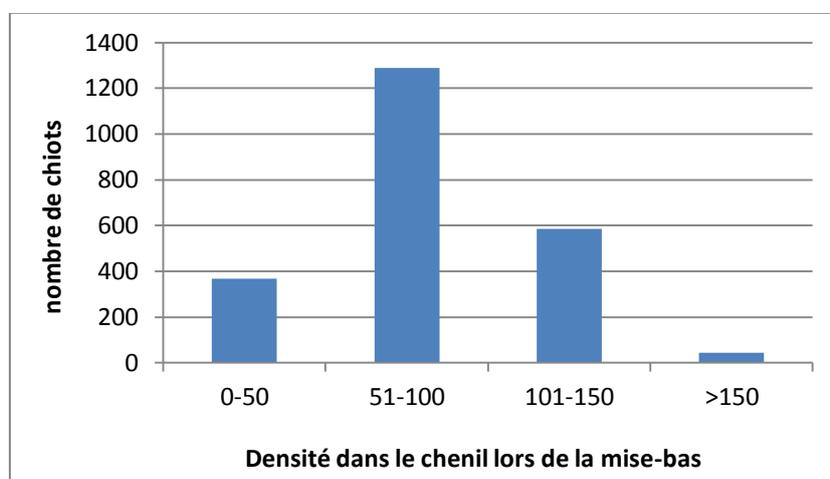


Figure 19 : Population selon la densité dans le chenil au moment de la naissance (N=2 288)

II – Analyse univariée

A. Facteurs de risque de mortalité relatifs au chiot

1. Taille de la race

En regardant séparément chaque groupe, on remarque que les distributions des cas de mortalité au cours du temps sont variables (tableau 9). En effet les races géantes ont un taux de mortalité deux fois supérieur à celui des races petites et moyennes. De plus, la mortalité de chiots nés vivants jusqu'à 70 jours est significativement supérieure pour ces races : 21,2% contre respectivement 11,7%, 13,8% et 14,3% pour les races petites,

moyennes et grandes. Durant la première semaine, plus de la moitié des décès se produisent après 2 jours de vie, et ce pour chaque groupe.

Dans les petites races, la plus grande proportion de la mortalité (44,9%) se produit après la 3^{ème} semaine de vie, chiffre supérieur à la situation chez les autres groupes. En effet pour les races moyennes, grandes et géantes, c'est au cours de la première semaine de vie qu'a lieu la plus grande partie de la mortalité, respectivement 58,8%, 47,0% et 50,8%. C'est chez les races géantes que l'on retrouve le plus de décès dans cette période (11,0%), tandis que le groupe des petites races observe la mortalité la moins élevée (4,8%). La différence se situe majoritairement durant la période de 3 à 7 jours de vie. Durant la période de J8 à J21, ce sont les races petites et moyennes qui comptabilisent le moins de mortalité, respectivement 1,7% et 1,2%, contrairement aux races grandes et géantes (5,2% et 4,5%). Passé 21 jours, ce sont à nouveau les races géantes qui possèdent le taux de mortalité le plus élevé (5,7%). Au total, les races géantes possèdent une mortalité plus élevée que les 3 autres groupes étudiés, lesquels ont des taux non significativement différents entre eux.

	Petit (N=722)		Moyen (N=535)		Grand (N=644)		Géant (N=387)		p
Mort-nés	8,0% ^a		8,0% ^a		9,8% ^a		16,1% ^b		<0,001
	Mortalité (% des chiots nés vivants N=664)	% Mortalité totale (chiots nés vivants)	Mortalité (% des chiots nés vivants N=492)	% Mortalité totale (chiots nés vivants)	Mortalité (% des chiots nés vivants N=581)	% Mortalité totale (chiots nés vivants)	Mortalité (% des chiots nés vivants N=325)	% Mortalité totale (chiots nés vivants)	
J0-J2	1,8 %	15,4%	3,9%	27,9%	2,8%	19,3%	3,1%	14,5%	0,201
J3-J7	3,0% ^a	25,6%	4,3% ^a	30,9%	4,0% ^a	27,7%	7,9% ^b	36,3%	0,007
J0-J7	4,8% ^a	41,0%	8,2% ^{b, c}	58,8%	6,8% ^b	47,0%	11,0% ^c	50,8%	0,005
J8-J21	1,7% ^a	14,1%	1,2% ^a	8,8%	5,2% ^b	36,1%	4,5% ^b	21,7%	<0,001
J21-J70	5,2% ^{a, c}	44,9%	4,4% ^{a, b, c}	32,4%	2,3% ^b	16,9%	5,7% ^c	27,5%	0,039
J0-J70	11,7%^a	100%	13,8%^a	100%	14,3%^a	100%	21,2%^b	100%	<0,001
Total	18,8%^a		20,2%^a		22,7%^a		34,1%^b		<0,001

Le pourcentage de mort-nés est calculé sur la base des chiots nés, tandis que le reste des pourcentages prend comme population de départ les chiots nés vivants.

Tableau 9 : Distribution des cas de mortalité en fonction du groupe de race. Les valeurs d'une même ligne portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

2. Taille de la portée

A l'aide des médianes et quartiles présentés dans la troisième partie (I.C.1), nous avons pu déterminer des tailles de portée qualifiées de « moyennes » selon chaque groupe de race à l'aide des premier et troisième quartiles. Ainsi une portée de taille moyenne comprend entre 3 et 6 chiots pour les petites races, 4 et 7 chiots pour les races moyennes, 5 et 9 chiots pour les grandes races et 6 à 10 chiots pour les races géantes (figure 7).

On observe plus de mortalité totale chez les petites et grandes portées (respectivement 27,6% et 26,3%) comparé aux portées de taille normale (tableau 10). Les petites portées regroupent également une mortinatalité plus importante (19,5%) que les portées moyennes et grandes, non différentes entre elles. Enfin les grandes portées ont un taux de mortalité entre J22 et J70 plus élevé (3,4%) que les petites et moyennes portées, non différentes entre elles.

Taille de la portée	Petite (N=159)	Moyenne (N=1 449)	Grande (N=680)	p
Mortinatalité	19,5% ^a	8,8% ^b	11,0% ^b	<0,001
J0-J2	2,5%	1,8%	2,8%	0,25
J3-J7	3,7%	4,1%	3,5%	0,88
J0-J7	6,2%	5,9%	6,3%	0,75
J8-J21	0,6%	2,6%	3,4%	0,16
J22-J70	1,3% ^a	3,5% ^a	5,6% ^b	0,009
Total	27,6% ^a	20,8% ^b	26,3% ^a	0,004

Tableau 10 : Mortalité selon la taille de la portée sur la population globale. Les portées qualifiées de petite, moyenne et grande ont été définies à l'aide de la figure 8. Les chiffres correspondent au nombre de chiots. Sur une même ligne, deux chiffres portant des lettres différentes ont des valeurs significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

La mortinatalité est plus importante pour les petites portées des races petites et géantes (tableau 11) et également pour les grandes portées des races géantes. En revanche, on n'observe pas de différences entre les tailles de portée pour les races moyennes et

grandes. De J0 à J2 chez les races géantes, les portées de tailles moyennes ont un taux de mortalité inférieur aux portées de grande taille (respectivement 1,4% et 5,4% des nés totaux). Durant la période du 3^{ème} au 7^{ème} jour de vie chez les races moyennes, les portées de grande taille ont moins de décès (2,1%) que les portées de petite taille (11,1%). Aucun effet de la taille de la portée n'a été mis en évidence sur la période de J8 à J21 chez aucune des races. Enfin de J22 à J70 chez les races moyennes, on trouve un taux de mortalité significativement supérieur chez les portées de grande taille (7,4%) que chez les portées de taille moyenne (2,5%).

Pour chaque groupe de race, les courbes ROC n'ont pas pu nous donner de taille critique de portée au-delà de laquelle le risque de mortalité est majoré ($p > 0,05$).

		Taille de la portée			P
		Petite (N=28)	Moyenne (N=535)	Grande (N159)	
PETITES RACES	Mortinatalité	21,4% ^a	8,6% ^b	5,7% ^b	0,021
	J0-J2	3,6%	1,1%	1,9%	0,39
	J3-J7	3,6%	2,6%	3,1%	0,86
	J8-J21	0%	1,9%	0,6%	0,44
	J22-J70	0%	4,5%	6,9%	0,28
RACES MOYENNES	Mortinatalité	14,8%	6,0%	10,5%	0,08
	J0-J2	7,4%	3,1%	3,7%	0,43
	J3-J7	11,1% ^a	4,4% ^{a,b}	2,1% ^b	0,04
	J8-J21	0%	0,9%	1,6%	0,70
	J22-J70	0% ^{a,b}	2,5% ^a	7,4% ^b	0,019
GRANDES RACES	Mortinatalité	18,8%	9,9%	9,0%	0,057
	J0-J2	1,4%	2,1%	1,0%	0,59
	J3-J7	0%	3,5%	5,0%	0,19
	J8-J21	1,4%	4,0%	7,0%	0,19
	J22-J70	0%	2,4%	2,5%	0,42
RACES GEANTES	Mortinatalité	22,9% ^a	11,7% ^b	21,5% ^a	0,027
	J0-J2	0% ^{a,b}	1,4% ^a	5,4% ^b	0,026
	J3-J7	5,7%	8,1%	3,8%	0,48
	J8-J21	0%	4,5%	3,8%	0,47
	J22-J70	5,7%	4,0%	6,2%	0,51

Tableau 11 : Mortalité selon la taille de la portée pour chaque groupe racial. Une portée moyenne est une portée dont la taille est comprise entre Q1 et Q3 selon son groupe racial (cf figure 7 p.34). Les chiffres correspondent au nombre de portées. Au sein de chaque ligne, les colonnes portant deux lettres différentes représentent des taux de mortalité différents au seuil de $p > 0,05$.

3. Poids à la naissance

Pour chaque groupe racial, le poids à la naissance médian des chiots décédés durant la période de l'étude est significativement inférieur au poids médian des chiots vivants à la fin de l'étude (tableau 12). Nous avons également pu obtenir à l'aide d'une courbe ROC des valeurs critiques de poids à la naissance au-dessous desquelles le risque de mortalité est majoré.

	Poids médian			Courbe ROC			
	vivant	décédé	Valeur p	Valeur critique	Se	Sp	p
Petit (N=493)	187,5g	160,0g	0,025	176g	60,7	70,6	0,023
Moyen (N=362)	260g	170g	<0,001	180g	91,0	64,7	<0,001
Grand (N=406)	430g	372,5g	<0,001	365g	81,1	50,0	0,020
Géant (N=264)	425,0g	370,0g	<0,001	397,5g	66,8	65,2	<0,001

Tableau 12 : Poids médians à la naissance selon la mortalité totale pour chaque groupe racial et valeurs critiques associées.

A l'aide du calcul des quartiles présenté dans la deuxième partie (I.C.2.), nous avons pu définir un chiot ayant un poids à la naissance qualifié de « moyen » à l'aide des premier et troisième quartiles. Ainsi son poids est compris entre 160g et 220g chez les petites races, 215g et 310g chez les races moyennes, 380g et 470g chez les grandes races et 370g et 496g chez les races géantes (figure 8).

Sur la population totale, les chiots ayant un poids à la naissance inférieur au premier quartile de leur groupe de race présentent un taux de mortalité plus élevé, et ce pour toutes les périodes de mortalité étudiées excepté de J22 à J70 où aucune différence n'a été notée entre les trois groupes (tableau 13). Les chiots ayant un poids à la naissance supérieur au troisième quartile ont quant à eux un taux de mortalité inférieur sur les périodes de J3 à J7, J2 à J21 et J0 à J70 (respectivement 0,9%, 0,6% et 7,5%). Nous n'avons pas pu étudier l'effet du poids à la naissance sur la mortinatalité, les chiots mort-nés n'ayant pas été pesés.

	Poids à la naissance			P
	Petit (N=372)	Moyen (N=830)	Gros (N=349)	
J0-J2	5,1% ^a	1,4% ^b	1,7% ^b	<0,001
J3-J7	10,0% ^a	3,3% ^b	0,9% ^c	<0,001
J8-J21	5,6% ^a	3,6% ^b	0,6% ^c	<0,001
J22-J70	4,0%	4,3%	4,3%	0,93
J0-J7	15,1% ^a	4,7% ^b	2,6% ^b	<0,001
J0-J70	24,7% ^a	12,6% ^b	7,5% ^c	<0,001

Tableau 13 : Mortalité selon le poids à la naissance sur la population globale. Un poids qualifié de petit, moyen ou gros est défini selon les quartiles de chaque groupe racial (cf figure 8 p.38). Les nombres correspondent au nombre de chiots. Sur une même ligne, deux nombres portant deux lettres différentes ont des valeurs différentes au seuil de $p < 0,05$.

Chez les petites races, les chiots petits à la naissance présentent un taux de mortalité plus élevé aux périodes de J0-J2, J8-J21, J0-J7 et J0-J70 (respectivement de 4,2%, 5,0%, 10,8% et 24,2%) comparé aux chiots dits moyens ou gros, non différents entre eux (tableau 14).

Chez les races de format moyen, le taux de mortalité aux périodes de J0-J2, J3-J7, J0-J7 et J0-J70 est plus élevé là encore chez les petits chiots (respectivement 11,5%, 11,5%, 22,9% et 28,1%) comparé aux chiots moyens et gros, non différents entre eux.

De J8 à J21 chez les grandes races, les chiots qualifiés de gros à la naissance ont un taux de mortalité inférieur (1,1%) aux chiots petits et moyens (respectivement 6,2% et 9,0%), non différents entre eux. Durant la première semaine, les petits chiots ont un taux de mortalité inférieur aux chiots de poids moyens (respectivement 9,3% et 3,0%). Sur la période de l'étude, de J0 à J70, on observe moins de mortalité chez les gros chiots (5,3%) que chez les chiots petits ou moyens (respectivement 17,5% et 14,5%).

Enfin concernant les races géantes, les petits chiots présentent des taux de mortalité aux périodes de J3-J7, J0-J7 et J0-J70 (respectivement 18,6%, 20,3% et 32,2%) plus élevés que les chiots moyens ou gros, non différents entre eux.

		Poids à la naissance			P
		Petit (N=120)	Moyen (N=252)	Gros (N=128)	
PETITES RACES	J0-J2	4,2% ^a	7,9% ^b	0% ^b	0,010
	J3-J7	6,7%	2,4%	2,3%	0,063
	J8-J21	5,0% ^a	7,9% ^b	0,8% ^b	0,006
	J22-J70	8,3%	4,0%	7,8%	0,095
	J0-J7	10,8% ^a	3,2% ^b	2,3% ^b	0,002
	J0-J70	24,2% ^a	7,9% ^b	10,9% ^b	<0,001
RACES MOYENNES		Petit (N=96)	Moyen (N=195)	Gros (N=98)	
	J0-J2	11,5% ^a	2,6% ^b	1,0% ^b	<0,001
	J3-J7	11,5% ^a	2,1% ^b	2,0% ^b	<0,001
	J8-J21	3,1%	1,0%	0%	0,073
	J22-J70	2,1%	5,1%	1,0%	0,17
	J0-J7	22,9% ^a	4,6% ^b	3,1% ^b	<0,001
J0-J70	28,1% ^a	10,8% ^b	4,1% ^b	<0,001	
GRANDES RACES		Petit (N=97)	Moyen (N=200)	Gros (N=96)	
	J0-J2	2,1%	0,5%	1,1%	0,45
	J3-J7	7,2%	2,5%	2,2%	0,075
	J8-J21	6,2% ^a	9,0% ^a	1,1% ^b	0,033
	J22-J70	2,1%	2,5%	1,1%	0,65
	J0-J7	9,3% ^a	3,0% ^b	3,2% ^{a, b}	0,039
J0-J70	17,5% ^a	14,5% ^a	5,3% ^b	0,026	
RACES GEANTES		Petit (N=59)	Moyen (N=183)	Gros (N=27)	
	J0-J2	1,7%	2,2%	0%	0,73
	J3-J7	18,6% ^a	6,6% ^b	0% ^b	0,004
	J8-J21	10,2%	4,4%	0%	0,14
	J22-J70	1,7%	6,0%	11,1%	0,64
	J0-J7	20,3% ^a	27,1% ^b	0% ^b	0,007
J0-J70	32,2% ^a	19,1% ^b	11,1% ^b	0,041	

Tableau 14 : Mortalité selon le poids à la naissance pour chaque groupe racial. Un poids qualifié de petit, moyen ou gros est défini selon les quartiles de chaque groupe racial (cf figure 8, p.38). Les nombres correspondent au nombre de chiots. Sur une même ligne, deux nombres portant deux lettres différentes ont des valeurs différentes au seuil de $p < 0,05$.

4. Croissance

a. Croissance de 1 à 3 jours

Sur la population des chiots décédés entre J3 et J7, toutes races confondues, la croissance de J1 à J3 a une valeur médiane de -11,9% tandis que la population de chiots vivants à J7 possède une croissance médiane de 10,7% (figure 20, $p < 0,001$).

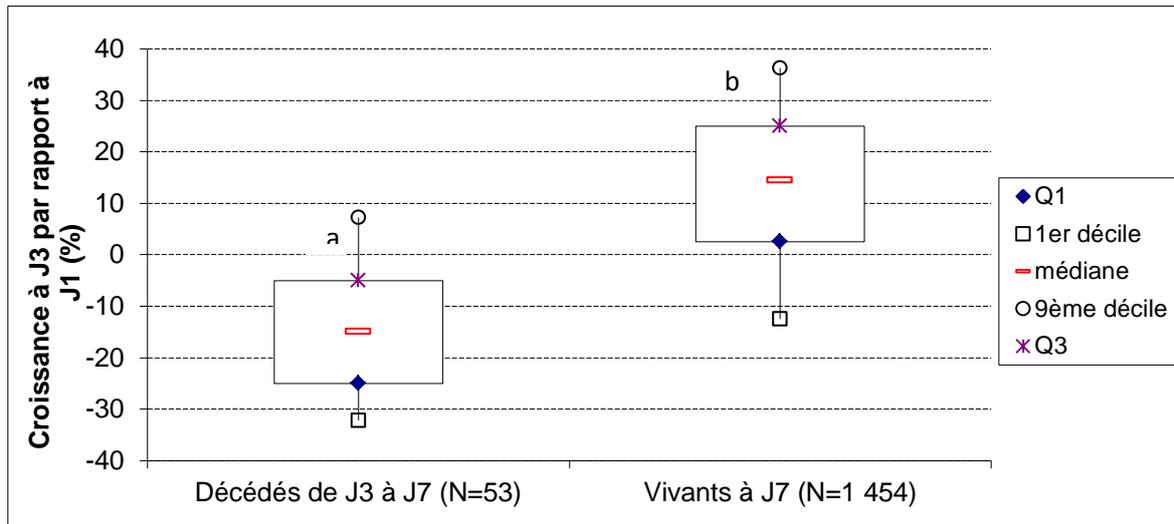


Figure 20 : Croissance de 1 à 3 jours de vie et mortalité entre J3 et J7

De plus, nous avons voulu étudier l'effet du GMQ de 1 à 3 jours sur la mortalité aux périodes suivantes. Il s'avère qu'un GMQ négatif sur la période de 1 à 3 jours de vie est un facteur de risque de mortalité pour les périodes de J3-J7, J8-J21 et J22-J50 (tableau 15).

	GMQ positif (N=906)	GMQ négatif (N=257)	P
J3-J7	1,0%	16,7%	<0,001
J8-J21	2,1%	11,7%	<0,001
J22-J70	4,4%	7,9%	0,047

Tableau 15 : Mortalité selon le GMQ du premier au troisième jour de vie. Les nombres correspondent au nombre de chiots inclus dans chaque groupe. Sur une même ligne, les nombres portant une lettre différente ont des valeurs différentes au seuil de $p < 0,05$.

b. Croissance de 3 à 7 jours

Les individus décédés de J8 à J21 ont une croissance plus faible sur la période de 3 à 7 jours de vie que celle de la population de chiots vivants à J21. En effet la valeur médiane du groupe des chiots vivants à J21 est de 39,1% tandis que pour les chiots décédés, elle est de 15,9% (figure 21, $p < 0,001$).

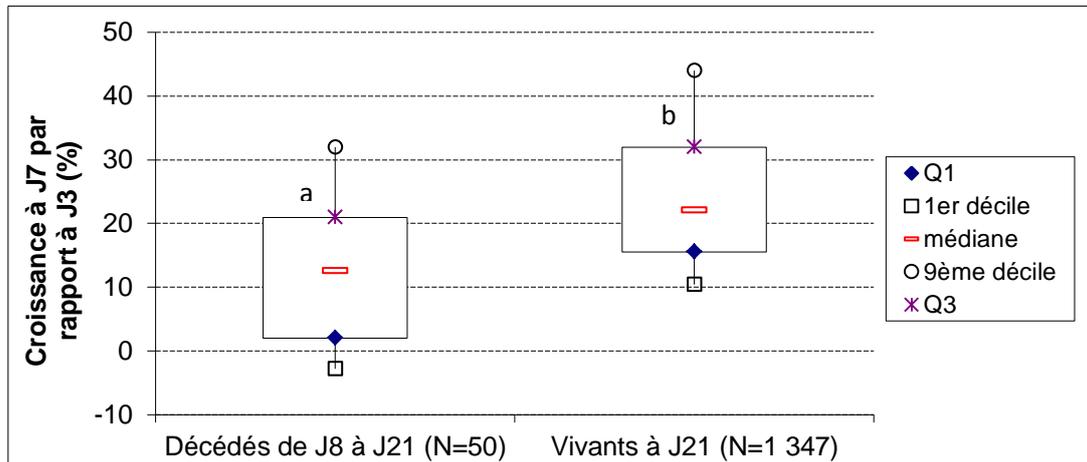


Figure 21 : Croissance de 3 à 7 jours de vie et mortalité entre J8 et J21

c. Croissance de 7 à 21 jours

De même, la croissance de J7 à J21 des chiots décédés de 22 à 50 jours est inférieure à celle des chiots vivants à J50, avec des médianes respectives de 82,8% et 110,0% (figure 22, $p < 0,001$).

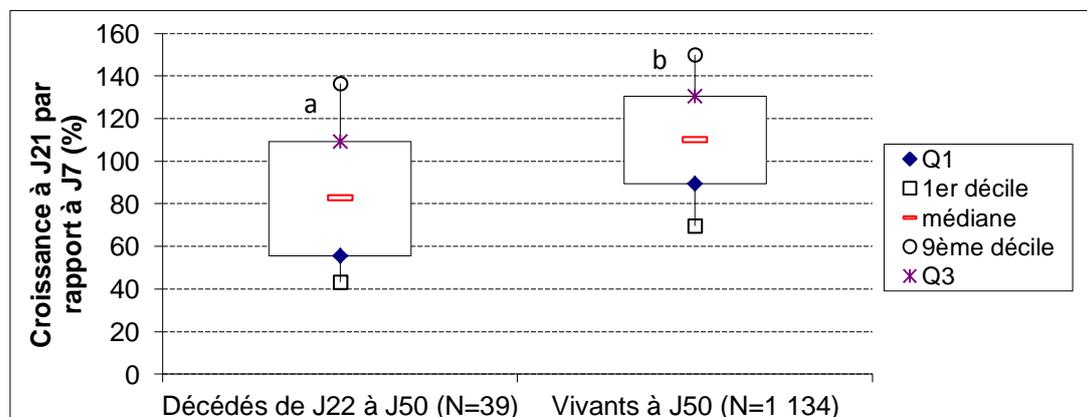


Figure 22 : Croissance de 7 à 21 jours de vie et mortalité entre J22 et J50

B. Facteurs de risque de mortalité liés à l'environnement

1. Saison

On retrouve le plus de mortalité durant la période d'été (26,8% des nés totaux) et le moins de décès durant l'hiver (19,5% des nés totaux) (tableau 16). En détaillant la mortalité selon la période, on ne retrouve cependant aucune différence significative entre les saisons.

	Printemps (N=640)	Eté (N=609)	Automne (N=457)	Hiver (N=582)	p
Mortinatalité	10,3%	11,2%	11,2%	7,6%	0,14
J0-J70	11,6%	15,6%	12,8%	11,9%	0,09
J0-J2	1,9%	3,5%	2,0%	1,9%	0,17
J3-J7	2,8%	3,6%	5,7%	4,0%	0,10
J8-J21	3,1%	3,1%	2,0%	2,6%	0,63
J22-J70	3,8%	5,4%	3,1%	3,4%	0,13
Total	21,9%^{a, b}	26,8%^b	24,0%^{a, b}	19,5%^a	0,021

Tableau 16 : Mortalité (% des nés totaux) selon la saison. Les nombres correspondent au nombre de chiots inclus dans chaque groupe. Sur une même ligne, les nombres portant des lettres différentes sont différentes au seuil de $p < 0,05$.

2. Densité du chenil à la naissance

Nous avons calculé le nombre de chiots présents dans l'élevage à la mise-bas afin d'étudier la mortalité totale et durant la première semaine de vie selon différents groupes. La densité du chenil a un effet sur la mortalité de 3 à 7 jours (tableau 17). En effet on retrouve une différence de mortalité pour les densités de 51-100 et 101-150 chiots présents à la naissance (respectivement 3,1% et 5,8% de mortalité sur les nés totaux). Concernant les autres périodes, on ne retrouve pas d'effet de la densité du chenil.

Nombre de chiots présents dans l'élevage au moment de la naissance					
	0-50 (N=369)	51-100 (N=1 289)	101-150 (N=587)	>150 (N=43)	p
J0-J2	1,6%	2,5%	2,6%	0,0%	0,55
J3-J7	3,3% ^{a, b}	3,1% ^a	5,8% ^b	7,0% ^{a, b}	0,026
J0-J7	4,9%	5,6%	8,4%	7,0%	0,089
J0-J70	12,8%	12,2%	14,9%	14,0%	0,47

Tableau 17 : Mortalité totale et durant la première semaine de vie selon la densité du chénil au moment de la naissance. Les nombres correspondent au nombre de chiots inclus dans chaque groupe. Sur une même ligne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de $p < 0,05$.

III – Analyse multivariée

A. Mort-nés

Afin de déterminer quels facteurs influent sur le nombre de mort-nés, nous avons étudié les effets de la densité, de la taille de la portée, de l'âge de la mère, de la saison et du format de la race dans une même analyse. Le poids à la naissance n'a pas été testé du fait que les chiots mort-nés n'ont pas été pesés. Il s'avère que seuls l'âge de la mère et le format de race ont un effet significatif sur taux de mortalité néonatale (tableau 18).

	Type	Ddl numérateur	Ddl dénominateur	Valeur du F	Pr>F
Densité	Quantitatif	1	2199	0,67	0,4138
Taille de la portée	Quantitatif	1	2199	1,59	0,2075
Age de la mère	Quantitatif	1	2199	6,82	0,0091
Saison	Qualitatif	3	2199	2,04	0,1056
Format de la race	Qualitatif	3	2199	2,82	0,0377

Tableau 18 : Facteurs de risque de mortinatalité (analyse multivariée, N=2 288)

On observe un effet de l'âge de la mère sur la mortinatalité. Un âge maternel inférieur à un an est associé au risque le plus important de mortinatalité (figure 23). Le risque semble ensuite décroître jusqu'à l'âge de 6 ans. Il est important de noter que dans cet élevage, il n'y a pas de chienne âgée de plus de 6 ans.

Par ailleurs, l'étude nous indique que les races géantes sont plus à risque de mortinatalité que les petites races ($p=0,0057$) ou que les races moyennes ($p=0,0335$). De même, les grandes races ont plus de risque de donner naissance à des chiots mort-nés comparé aux petites races ($p=0,0475$). Enfin aucune différence n'a été mise en évidence entre les races géantes et grandes.

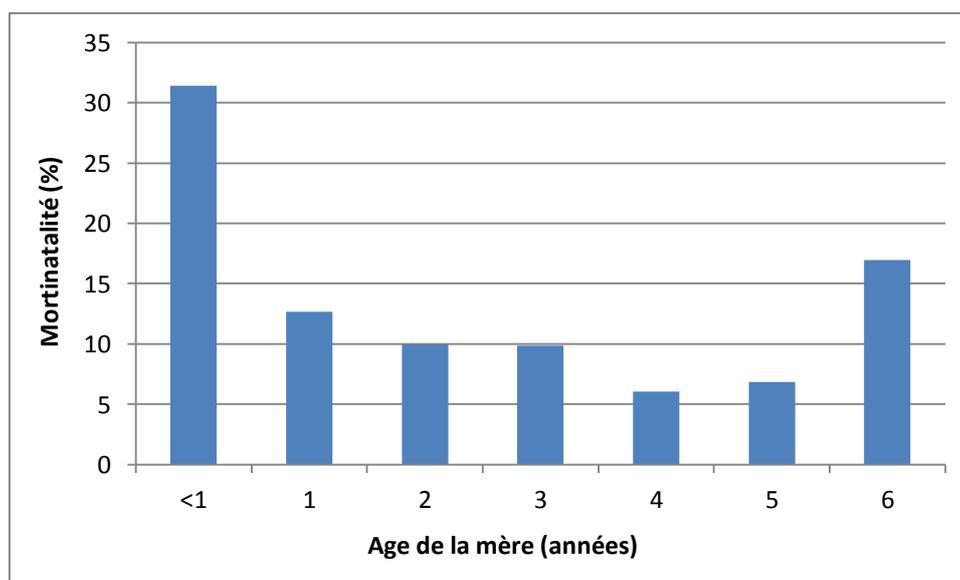


Figure 23 : Mortinatalité selon l'âge de la mère

B. Décès entre J1 et J3

Nous avons recherché ensuite quels facteurs influencent la mortalité durant les trois premiers jours de vie. Sur les différents paramètres testés (densité, taille de la portée, âge de la mère, saison, format de la race et poids à la naissance), seuls le format de la race et le poids à la naissance ont un effet significatif sur la mortalité de J1 à J3 (tableau 19).

	Type	Ddl numérateur	Ddl dénominateur	Valeur du F	Pr>F
Densité	Quantitatif	1	1525	4,50	0,0341
Taille de la portée	Quantitatif	1	1525	0,26	0,6102
Age de la mère	Quantitatif	1	1525	1,55	0,2132
Saison	Qualitatif	3	1525	0,94	0,4207
Format de la race	Qualitatif	3	1525	8,11	<0,0001
Poids à la naissance	Quantitatif	1	1525	43,86	<0,0001

Tableau 19 : Facteurs de risque de mortalité entre J1 et J3 (analyse multivariée, N=2 062)

C. Décès entre J3 et J21

Concernant la mortalité de J3 à J21, nous avons observé que les facteurs de risque sont à nouveau le format de la race et le poids à la naissance (tableau 20).

	Type	Ddl numérateur	Ddl dénominateur	Pr>F
Densité	Quantitatif	1	1476	0,9906
Taille de la portée	Quantitatif	1	1476	0,0331
Age de la mère	Quantitatif	1	1476	0,0194
Saison	Qualitatif	3	1476	0,7078
Format de la race	Qualitatif	3	1476	<0,0001
Poids à la naissance	Quantitatif	1	1476	<0,0001

Tableau 20 : Facteurs de risque de mortalité entre J3 et J21 (analyse multivariée, N=1 986)

D. Décès entre J21 et J50

Enfin sur la dernière période de l'étude, de J21 à J50, l'analyse multivariée nous indique que l'âge de la mère et la croissance durant la période précédente (de J3 à J21) sont des facteurs de risque de mortalité (tableau 21).

	Type	Ddl numérateur	Ddl dénominateur	Valeur du F	Pr>F
Densité	Quantitatif	1	695	0,12	0,7333
Taille de la portée	Quantitatif	1	695	3,93	0,4790
Sexe	Qualitatif	1	695	0,06	0,8101
Age de la mère	Quantitatif	1	695	12,54	0,0004
Saison	Qualitatif	3	695	0,80	0,4950
Format de la race	Qualitatif	3	695	2,95	0,3204
Croissance de J3 à J21	Quantitatif	1	695	8,90	0,0030

Tableau 21 : Facteurs de risque de mortalité entre J21 et J50 (analyse multivariée, N= 1 856)

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

I. Population

Cette étude regroupe un important nombre d'animaux (2 288 chiots de 390 mise-bas de 80 femelles), de 22 races différentes, élevés dans des conditions semblables sur un même espace. Très peu d'études ont à ce jour utilisé des données aussi importantes.

L'étude de Nielen et al ^[7] de 1998, bien que comportant un échantillon important (2 629 chiots Boxer), révèle un taux de mortalité néonatale biaisé par le nombre d'euthanasies à la naissance de chiots albinos, de même que l'étude de Van Der Beek et al ^[6] menée sur 2 662 chiots également de race Boxer.

Ainsi les seules études avec des effectifs aussi importants sont celle de Tonnessen et al ^[2], comprenant 10 810 portées de 224 races différentes et celle de Gill ^[1] qui a étudié 2 578 chiots de 44 races différentes. Le nombre important d'élevages inclus dans ces deux analyses permet de s'affranchir d'un éventuel « effet élevage ». En revanche notre étude ne portant que sur un élevage unique, il existe un risque de sélectionner des facteurs de risque propres à cet élevage.

Chaque groupe de race est représenté de manière équivalente (respectivement 722, 535, 644 et 387 chiots pour les races petites, moyennes, grandes et géantes). Cependant la race géante ne comprend que 2 races (Rottweiler et Bouvier Bernois), contre respectivement 10, 5 et 5 races pour les groupes de petit, moyen et grand format, ce qui peut être source de biais.

Enfin on compte de manière pratiquement égale autant de mâles que de femelles (sex ratio mâle : femelle de 235 : 253).

II. Mortalité

La mortalité totale sur les nés totaux dans cette étude est de 22,8%. Elle s'inscrit dans les valeurs données par la littérature, à savoir de 9% à 23,2% ^[2,3]. Tonnessen et al ^[2] ont déclaré en effet un taux de mortalité beaucoup plus faible (9%) que dans les autres études (16,9% à 23,2%) ^[1,3,4,5,6,7]. L'étude de Tonnessen et al a été menée en Norvège avec peut-être des méthodes d'élevages différentes, des tailles d'élevage plus réduites, des pathogènes différents et des soins vétérinaires différents des autres pays.

Chez les porcs, la mortalité néonatale (jusqu'à 1 mois, âge du sevrage), est comprise entre 18 et 20% ^[22,23,24], dont 70-80% de cette mortalité survenant dans les 3 premiers jours. On retrouve chez les lapins une mortalité néonatale décrite (jusqu'au sevrage à 6 semaines de vie) entre 14,4% et 18,1%, dont 47% durant la première semaine de vie ^[25,26]. Enfin chez les bovins, la mortalité néonatale (jusqu'à l'âge de 2 mois) oscille entre 9,2% et 10,8% ^[27,28].

Les mort-nés représentent 10% des chiots nés soit 43,7% de la mortalité totale. Là encore ces valeurs sont compatibles avec la littérature, qui donne des valeurs comprises entre 18,5% et 65% de la mortalité totale représentée par la mortinatalité ^[1,2,6,14].

Chez les porcs, la mortinatalité est évaluée entre 5% et 7%, ce qui représente entre 30 et 40% de la mortalité totale ^[22,23]. Chez les lapins, elle est évaluée autour de 7%, ce qui correspond à 38% de la mortalité totale ^[25,26]. Enfin chez les bovins, la mortinatalité représente 1,7% des naissances, soit 40,4% de la mortalité totale ^[29]. Dans toutes ces espèces, la mortinatalité est donc un enjeu majeur pour les éleveurs.

Cette étude montre une plus grande proportion de décès après 21 jours (17,4% de la mortalité totale) comparé aux données fournies par la littérature (autour de 10% après la première semaine) ^[1,3,4,5,6,7]. Ce résultat peut être la conséquence des maladies infectieuses présentes dans l'élevage, les causes infectieuses étant rapportées pour 20,4% des décès ayant une cause renseignée. Cependant en l'absence d'autopsie, on ne peut pas déterminer la proportion des cas de mortalité réellement attribuables à des causes infectieuses.

La principale cause de mortalité rapportée correspond à des malformations à hauteur de 28,3%, ce qui représente 11,8% de la mortalité. Ces résultats sont cependant difficiles à interpréter, la cause n'étant renseignée que pour 170 chiots sur 524 et non validée par une autopsie ou par un vétérinaire. De plus, ce résultat ne prend en compte que les malformations visibles à l'examen externe.

Chez les porcs l'écrasement par la mère représente la principale cause de mortalité sur les nés vivants (46% de la mortalité) ^[23,30]. Cependant, cet écrasement est souvent la conséquence d'un problème sous-jacent. En effet, il a été remarqué que les porcelets écrasés étaient pour la plupart des porcelets ayant un poids inférieur par rapport aux autres porcelets de la portée, et en état de sous-nutrition ^[23,30]. De plus, l'installation de barres anti-écrasement fait diminuer le nombre de porcelets écrasés au détriment des décès par faiblesse et malnutrition ^[22,24,30]. Les porcelets les moins lourds à la naissance ont moins accès au lait et s'affaiblissent rapidement. La chute de la température corporelle résultant de la sous-nutrition provoque un état de léthargie. Les animaux se rapprochent alors de la mère afin de se réchauffer mais sont moins aptes à se déplacer. C'est ainsi que le risque d'écrasement est très important dans cette catégorie ^[23,30].

La malnutrition est la principale cause de décès chez les lapins nés vivants ^[25,26]. Dans ce type d'élevage, les lapereaux ne sont mis en contact avec la mère qu'une fois par jour. La compétition pour le lait est donc très importante au sein d'une portée. Les lapereaux les plus faibles tètent beaucoup moins et déclinent rapidement ^[25,26]. Une étude a montré que les lapins décédés ont un poids inférieur à la moyenne et n'ont pas de lait dans l'estomac ^[26].

Chez les bovins, la plus grande partie de la mortalité fait suite à une dystocie et se produit dans les premières 48 heures ^[29]. Après le 2^{ème} jour de vie, la mortalité est majoritairement la conséquence de problèmes digestifs et de septicémie (15% à 24% de la mortalité totale selon les études) ^[29].

Dans l'étude de Gill (2001), 42,5% de la mortalité totale est le résultat à plus ou moins long terme d'une hypoxie *in utero* ^[1]. Les effets de l'hypoxie *in utero* ont été longuement étudiés chez l'être humain. On parle de retard de croissance intra-utérin (RCIU) lorsqu'un fœtus a un poids inférieur au poids attendu pour son âge. Ces fœtus présentent un important risque d'hypoxie fœtale chronique. Le RCIU représente la deuxième cause de

mortalité néonatale après la prématurité (47,2%) et est rencontré dans 5 à 12% des grossesses ^[31,32]. Les mécanismes physiopathologiques sont détaillés plus loin dans cette étude.

III. Facteurs relatifs aux chiots

A. Taille de la race

Dans cette étude, on observe une mortalité totale plus importante chez les races géantes (34,2%), résultat compatibles avec l'étude de Tonnessen et al ^[2] qui rapporte également plus de mortalité dans ces races, à savoir 11,6 % de mortalité néonatale précoce, valeurs cependant inférieure à nos résultats (16,1% de mort-nés puis 11% de décès durant la première semaine sur les nés vivants). L'étude de Gill ^[1] rapporte quant à elle 24,4% de mortalité totale et 12,9% de mortinatalité, ce qui est aussi inférieur à nos résultats. Il se peut que cette différence observée provienne du fait que notre étude se base sur un seul élevage, tandis que les deux auteurs ont utilisés les données de plus de 100 élevages.

B. Taille de la portée

Les tailles de portée dans les quatre groupes de race sont équivalentes aux données de la littérature (tableau 22). La taille de la portée augmente avec le format de la race, ce qui est compatible avec les résultats des études de Gill et Tonnessen et al ^[1,33].

	Taille moyenne de la portée	Tonnessen et al ^[16]	Gill ^[1]
Petites races	4,7 ± 1.8	4,2 ± 0,04	4
Races moyennes	5,7 ± 2.2	5,7 ± 0,05	6,1
Grandes races	7,0 ± 2,8	6,9 ± 0,05	6,8
Races géantes	7,9 ± 3,3	7,1 ± 0,13	8,4

Tableau 22 : Comparaison des tailles de portée obtenues (moyenne ± écart-type) par rapport aux valeurs de la littérature

Notre étude a montré une mortalité totale plus importante chez les petites et les grandes portées (respectivement 27,6% et 26,3%, contre 20,8% de mortalité chez les portées de taille moyenne), ainsi qu'une mortalité supérieure chez les petites portées (19,5% contre respectivement 8,8% et 11,0% chez les portées de taille moyenne et grande).

Gill, dans son étude de 2001, rapporte une mortalité totale plus importante concernant les portées de 1 ou 2 chiots sur la population totale, tandis que l'étude de Tonnessen et al ^[2] rapporte un risque accru de mortalité et de mortalité néonatale précoce lorsque la taille de la portée augmente.

Il a été démontré un effet de la taille de la portée sur la mortalité chez les lapins, avec une mortalité qui augmente chez les grandes portées. On observe également dans ce type de portée plus d'animaux décédés de malnutrition, du fait de la trop grande compétition existant entre ces grandes portées. Il est ainsi habituel dans les élevages de lapins que les éleveurs égalisent les portées à la naissance en s'assurant qu'il n'y ait pas plus de deux lapereaux de plus que le nombre de mamelles de la mère ^[25].

On retrouve ce même type de conclusion chez le porc avec une mortalité par écrasement de la mère accrue chez les grandes portées ^[22], et ce pour toutes les périodes de mortalité ^[24,30,34]. C'est également l'augmentation de la compétition qui est responsable du dépérissement des porcelets les moins vifs, ainsi plus à risque d'écrasement.

Notre étude ne met pas en évidence d'effet de la taille de la portée sur la mortalité chez les grandes races, contrairement aux résultats de l'étude de Indrebo et al (2007) ^[4] qui rapporte que les portées comprenant des mort-nés ont en moyenne une taille plus élevée que les portées ne comportant pas de chiots mort-nés (8,9 chiots contre 6,9 chiots en moyenne). Cependant ces deux types de portées sont considérés dans notre étude comme une portée de taille « moyenne », c'est-à-dire comprenant entre 5 et 9 chiots.

Enfin on note un effet des portées de tailles extrêmes (<6 chiots ou >10 chiots) au sein des races géantes sur la mortalité. Il a été démontré dans une précédente étude que la mise-bas était plus longue lorsque la taille de la portée augmente ^[1]. De plus, les grandes portées favorisent le risque d'inertie utérine secondaire, principale cause de dystocie chez

les races grandes et géantes ^[1,4]. Ainsi les chiots de grandes portées de races géantes sont plus à risque d'hypoxie fœtale durant la mise-bas, ce qui augmente considérablement le risque de mortinatalité ^[1].

C. Poids à la naissance

Dans cette étude, il s'avère qu'à la naissance, les chiots de races géantes et grandes ont des poids équivalents à la naissance (figure 8). En effet, les chiots de races géantes pèsent en moyenne $419,3 \pm 64,8\text{g}$ tandis que les chiots de grande race pèsent en moyenne $424,7 \pm 72,6\text{g}$. C'est donc la croissance qui va faire la différence entre ces deux groupes.

Le poids médian des chiots décédés durant l'étude est inférieur au poids des chiots vivants à la fin de l'étude. Il y a donc un effet du poids à la naissance sur la mortalité, résultats compatibles avec la littérature ^[1,3]. On retrouve également l'influence de ce facteur chez les bovins, porcins et lapins ^[22,23,25,26,28,29,34].

La réalisation de courbes ROC nous a permis de déterminer des poids critiques pour chaque groupe de race. Concernant les races petites et géantes, les sensibilités respectives de 60,7% et 66,8% nous indiquent que l'utilisation de ces poids critiques pour déterminer les chiots à risque ne prend pas en compte entre 30% et 40% des chiots réellement à risque. Les poids critiques obtenus par cette méthode peuvent donc être appliqués chez les races moyennes et grandes, en gardant à l'esprit que les sensibilités associées sont respectivement de 91% et 81,1%. Il serait cependant intéressant de vérifier dans des études ultérieures que toutes les races de ces groupes ont la même limite.

Les chiots ayant un poids à la naissance inférieur au premier quartile défini pour chaque groupe de race présentent une mortalité plus importante jusqu'à 21 jours de vie. Ces résultats sont compatibles avec ceux de Gill et de Mila et al ^[1,3].

Chez les porcs, les porcelets les moins lourds à la naissance sont plus à risque d'écrasement par la mère ^[22,23]. Nous avons déjà expliqué précédemment que l'écrasement

est favorisé par le refroidissement et l'affaiblissement des nouveau-nés. C'est dans les grandes portées que l'on retrouve les porcelets les plus légers à la naissance avec une disparité plus importante au sein de ces portées ^[23,34]. Les porcelets plus petits sont plus à risque d'hypoxie fœtale, avant ou pendant la mise-bas, et sont moins aptes à survivre par rapport au reste de la portée du fait de la compétition accrue ^[30,34].

Chez les lapins, on retrouve globalement les mêmes conclusions avec un effet du poids à la naissance sur la mortalité jusqu'à 21 jours de vie ^[25,26]. C'est une fois de plus au sein des grandes portées que l'on retrouve les plus petits lapereaux. La compétition est donc plus difficile pour ces animaux au sein d'une portée de grande taille, effet renforcé par le système d'allaitement particulier mis en place (pour rappel, une fois par jour). Ces animaux plus petits meurent principalement de dénutrition ^[26].

Chez les bovins enfin, on retrouve plus de mortalité et de mortalité néonatale précoce chez les petits veaux, notamment lors d'une dystocie ^[28] et chez les gros veaux, surtout lorsque la mère est une génisse, le risque de dystocie étant maximal ^[27,28,29]. Les mâles étant en moyenne plus gros que les femelles, on retrouve de ce fait un effet du sexe sur ces deux types de mortalité ^[28,29].

La physiopathologie conduisant à la naissance d'un chiot de poids inférieur à la moyenne peut être considérée comme l'équivalent en médecine humaine du retard de croissance intra-utérin ou RCIU ^[1]. Ce terme définit un fœtus dont le poids estimé est inférieur au 10^{ème} percentile du poids attendu pour son âge. On parle de RCIU sévère lorsque le poids estimé est inférieur au 3^{ème} percentile ^[31,35]. Ce retard de croissance résulte d'une altération de la nutrition fœtale ^[32,35], la plupart du temps du fait de causes maternelles (hypertension artérielle, pathologie rénale chronique, diabète, thrombophilie...). Les facteurs de risque majeurs connus sont le tabagisme, la malnutrition, la consommation de drogue, un indice de masse corporelle inférieur à 20... ^[32,35]. Les causes fœtales sont plus rares et correspondent à des anomalies fœtales ou chromosomiques ou encore une anomalie de développement placentaire. Les risques à court terme sont une mort fœtale ou durant l'accouchement. En effet les risques relatifs de mort fœtale en cas de RCIU ou de RCIU sévère sont respectivement de 2,0 et 7,2 ; et de 2,6 et 6,4 concernant le décès du nouveau-né durant l'accouchement ^[31]. Chez les enfants nés avec un RCIU, les risques à court terme

sont principalement des troubles de coagulation et une entérocolite nécrosante ^[32,35,36]. En effet, l'hypoxie chronique (dont le risque augmente de 30% chez les fœtus en RCIU ^[36]) provoque une redistribution du flux sanguin qui se concentre préférentiellement vers le système nerveux central et le cœur. La diminution de la perfusion du tube digestif est responsable d'une entérocolite nécrosante, affection retrouvée sur un nombre non négligeable de chiots atteints du syndrome de dépérissement dans l'étude de Gill ^[1]. De plus, la diminution de la perfusion hépatique a des conséquences sur la coagulation vitamine-K-dépendante, d'où l'observation de coagulopathies sur ces nouveau-nés. Ce mécanisme de redirection du flux sanguin a pour but de préserver les organes « nobles » que sont le cœur et le cerveau. Cependant il a été montré que ces effets en sont délétères à long terme. Ainsi on observe chez ces enfants des effets négatifs sur la cognition, les performances scolaires ou encore la sociabilité, troubles que l'on retrouve également l'âge adulte ^[32,35,36]. Ces enfants présentent également des troubles du comportement associés. Une fois adulte, on observe dans cette population une augmentation des maladies coronaires, du diabète de type II et de l'hypertension ^[35]. Durant la grossesse, la réalisation d'une échographie en mode Doppler de l'artère ombilicale permet d'évaluer l'importance de la redistribution sanguine ^[32,35]. L'observation d'un flux sanguin absent ou inversé en diastole est le témoin d'une souffrance fœtale. L'enjeu de la gestion de cette affection est de trouver le juste milieu entre le déclenchement précoce de l'accouchement (avec les risques liés à la prématurité qui en découlent) ou l'attitude expectative jusqu'à ce que le fœtus soit suffisamment développé, en connaissant les risques associés à une hypoxie fœtale chronique. Dans cette optique, une étude est actuellement en cours afin de déterminer la période durant laquelle le déclenchement de l'accouchement présente le moins du risque pour le fœtus à court et long terme ^[37].

En détaillant l'effet du poids à la naissance selon le groupe racial, on retrouve un effet négatif d'un poids inférieur au premier quartile sur les périodes J0-J2 et J8-J21 chez les petites races ; uniquement sur la première semaine de vie chez les races moyennes ; sur J8-J21, J2-J7 et J0-J70 chez les grandes races et sur J3-J7, J0-J7 et J0-J70 chez les races géantes. Très peu d'études ont séparé les animaux selon leur groupe racial. De ce fait, nous ne disposons que de peu de données pour comparer ces résultats. Gill ^[1], conclut à une influence du poids à la mise-bas sur la mortalité totale chez les chiots de race « Toy » (inclus

dans les petites races dans notre étude), ainsi que chez les races petites et géantes, en augmentant la part de décès dus notamment au syndrome de dépérissement du chiot ^[1].

Ainsi un poids plus faible à la naissance est majoritairement le reflet d'une maladie sous-jacente ayant eu lieu *in utero*. La pesée des chiots lors de la mise-bas est donc un outil simple à mettre en œuvre afin de déterminer les chiots à risque, permettant de renforcer le nursing sur ces animaux.

D. Croissance

Durant les 4 premiers jours, les chiots de race géante perdent du poids pour ensuite retrouver un GMQ comparable à celui des grandes races au 11^{ème} jour de vie. Globalement sur les deux premiers mois, on retrouve le GMQ le plus faible pour les petites races, puis pour les races de taille moyenne et enfin le GMQ le plus élevé pour les races grandes et géantes de manière non différente. La plupart des études sur la croissance s'arrêtent jusqu'à ce que le chien atteigne son poids adulte, soit entre 9 et 15 mois selon les races. De ce fait, nous ne disposons pas de données précises sur les deux premiers mois de vie.

La croissance par rapport au poids de naissance est linéaire sur les deux premiers mois. Près de 30% des chiots perdent du poids durant les premières 24h de vie, 20% durant les premières 48h. Les chiots doublent leur poids de naissance en moyenne autour de 11 – 12 jours, ce qui est compatible avec les données de la littérature ^[19]. Si l'on détaille cette croissance relative pour chaque groupe racial, la trop grande variabilité des résultats nous empêche d'observer une différence. Ces résultats recourent les conclusions des précédentes études affirmant que le taux de croissance exponentielle est identique entre les races, tandis que la durée de cette phase varie avec le groupe racial (11 semaines chez les races dites « Toy », incluses dans les petites races dans notre étude, 14-16 semaines chez les petites et moyennes races, 20 semaines chez les races géantes) ^[20]. Il est donc compréhensible que les croissances soit globalement identiques sur les deux premiers mois de vie.

En considérant la croissance cumulative sur les deux premiers mois de vie, les chiots de petites races ont une croissance plus rapide sur les cinq premières semaines comparé au

reste des animaux, dont les croissances sont globalement identiques sur toute la période étudiée.

Les chiots de race géante perdent du poids sur les 4 premiers jours et retrouvent une croissance cumulative équivalente aux chiots de grande race à partir du neuvième jour de vie. Nous avons évoqué précédemment que l'augmentation de la taille de la portée dans cette race augmente le risque d'hypoxie fœtale chronique durant la gestation, conduisant à la naissance de chiots plus petits dans un milieu où la compétition est accrue. Chez les enfants nés avec un retard de croissance intra-utérin, on estime que 15 à 20% de ces enfants seront plus petits que la moyenne à l'âge de 4 ans, et 7,9% à l'âge de 18 ans ^[36]. Les enfants mettent au maximum deux ans à rattraper leur retard, la grande majorité ayant terminé ce processus dès l'âge de 6 mois ^[36]. Ainsi cette perte de poids observée chez les chiots de race géante peut être la conséquence d'une plus grande proportion de chiots ayant subi un retard de croissance intra-utérin et moins aptes à accéder à la mamelle. Une partie de ces chiots ne survivra pas (mortalité supérieure de J3 à J7 par rapport aux autres races) tandis qu'une autre partie a pu rattraper son retard de croissance durant les dix premiers jours de vie. Ces suppositions ne restent cependant que des hypothèses en l'absence d'autopsies pratiquées durant la période de l'étude.

Sur les animaux décédés durant une période donnée, on observe une prise de poids (relative au poids en début de période) inférieure aux animaux restés vivants. Ainsi, une croissance plus faible est le reflet d'une maladie sous-jacente. C'est donc, comme le poids de naissance, un bon indicateur permettant de détecter les animaux à risque.

Cependant, chaque race étant différente, même au sein d'un même format de race ^[13], il est nécessaire d'établir des standards de gain moyen quotidien pour chaque race à l'aide d'études spécifiques et de définir un seuil de croissance anormalement faible.

IV. Environnement

A. Saison

On retrouve à peu près les mêmes nombres de naissances durant les quatre saisons (de 457 naissances en automne à 640 au printemps).

Durant l'été, le taux de mortalité totale est plus élevé qu'en hiver (respectivement 26,8% et 19,5%). On ne retrouve cependant d'effet saison sur aucune période de mortalité en particulier. Les températures ambiantes élevées sont propices aux coups de chaleurs et au développement d'agents infectieux. Cependant, les naissances durant l'été ont un véritable intérêt économique, les ventes de chiots étant plus importantes durant les mois de septembre – octobre. L'hiver permet de mieux maîtriser l'environnement, mais les chiots sont alors sevrés à une période où la demande n'est pas la plus importante, malgré les périodes de fêtes de fin d'année. Ceci suggèrerait que l'on pourrait contrôler la mise à la reproduction des chiennes en prenant en compte le risque majoré de mortalité durant les mois chauds malgré la demande élevée durant cette période, contrôle possible notamment grâce à la pose d'un implant de desloréline chez les chiennes.

Les bovins sont plus soumis aux conditions climatiques. En effet on retrouve une mortalité à 30 jours de vie plus importante durant l'hiver ^[29]. La pluie le jour de la naissance a un effet sur la mortalité, effet renforcé lors de basses températures ^[28]. Ainsi les périodes à risque sont principalement la fin de l'hiver et le début du printemps.

On retrouve cependant l'effet des périodes chaudes sur la mortalité chez le lapin et le porc, dont les conditions d'élevage sont plus comparables à l'élevage canin. En effet la mortalité à J21 est doublée aux périodes de printemps-été chez le lapin ^[26], tandis que l'on observe une augmentation de la mortalité totale (avec notamment plus de porcelets écrasés) durant l'été chez le porc ^[30].

B. Densité

Dans cette étude, on n'observe pas d'effet de la densité des chiots au moment de la naissance sur la mortalité totale. Ce résultat peut être en partie expliqué par le fait que trop peu d'animaux sont présents dans la catégorie « plus de 150 chiots dans le chenil au moment de la naissance ». Une différence ressort de cette étude, avec une mortalité de J3-J7 plus réduite lorsqu'il y a entre 50 et 100 chiots dans le chenil (3,1%) comparé à une densité de 100-150 chiots à la naissance (5,8%).

Très peu d'études à ce jour ont cherché à tester l'effet de la densité sur la mortalité. Chez les bovins, il a été montré que l'augmentation de la taille du troupeau fait augmenter le taux de mortalité post-natale ^[29] avec une augmentation du nombre de dystocie. Il a donc été supposé qu'un troupeau plus conséquent est de ce fait plus difficile à surveiller par l'éleveur ^[29].

Concernant le porc et le lapin, l'augmentation de la densité a un effet sur les performances mais pas sur la mortalité ^[38].

V. Analyse multivariée

D'après Tonnessen et al ^[2], une mère âgée de plus de 6 ans et une grande portée sont des facteurs de risque de mortinatalité. Notre étude a également montré un effet « âge de la mère » mais ne disposant pas de chiennes âgées de plus de 6 ans, il ne nous est pas possible de valider les conclusions de l'étude norvégienne dans notre population. Dans notre étude, le risque est maximal sur des chiennes âgées de moins d'un an et diminue avec les années jusqu'à l'âge de 6 ans. Gill ^[1] conclut à une mortalité due au syndrome de dépérissement du chiot augmenté lorsque la mère est âgée de moins de un an ou de plus de 7 ans. Cependant, l'âge de la mère ne ressort pas comme un facteur prédictif de mortalité. Il se peut que ce résultat soit le reflet d'une sélection par les éleveurs des bonnes reproductrices au fil des portées ^[1].

Chez les bovins, la mortalité totale augmente chez les mères de 2 ans puis diminue avec l'âge ^[27,29]. Ceci s'explique par le fait que les mères âgées de 2 ans sont habituellement

des génisses et que le risque de dystocie est fortement augmenté chez ces animaux ^[27,29]. Chez les porcs, on retrouve également une augmentation de la mortinatalité avec l'âge de la mère ^[34]. Une diminution du tonus musculaire utérin au fil des portées pourrait expliquer ce résultat en augmentant le risque de problèmes à la mise-bas ^[34].

Nous ne retrouvons pas non plus d'effet de la taille de portée sur la mortinatalité, contrairement aux données de la littérature citées précédemment. Cependant, il a ici été observé un effet groupe de race, facteur de risque qui n'a pas été révélé par la précédente étude. En effet, Tonnessen et al ^[2] observent un effet « groupe de race » uniquement sur la mortalité de 0 à 28 jours de vie.

A l'inverse dans notre étude, le groupe de race et le poids à la mise-bas sont apparus comme des facteurs de risque de mortalité mais uniquement durant les trois premières semaines, ces facteurs n'ayant plus d'influence sur la mortalité passé la troisième semaine, ce qui corrobore les conclusions de l'étude de Mila et al en 2012 ^[3].

En effet, c'est la croissance de J3 à J21 qui devient un facteur de risque après le 21^{ème} jour, de même que l'âge de la mère. Comme dit précédemment, la croissance est plus le reflet d'une pathologie sous-jacente qu'une réelle cause de mortalité. Il est donc important de surveiller quotidiennement la prise de poids des chiots afin de détecter les animaux à risque et de renforcer les soins.

Dans l'étude de Tonnessen et al ^[2], l'effet race paraît plus fort sur l'effet « groupe de race » sur la mortalité. Il nous a cependant été impossible de vérifier ces résultats ici du fait de l'effectif trop réduit chez certaines races.

CINQUIEME PARTIE : CONCLUSION

Dans cette étude, les taux de mortalité observés sont globalement identiques aux données de la littérature, excepté un taux de mortalité de J21 à J70 supérieur. Les facteurs de risque de mortalité sont le groupe de race (plus de mortalité dans les races géantes), la taille de la portée (plus de mortalité chez les petites et grandes portées, données retrouvées chez le lapin et le porc), le poids à la mise-bas (mortalité augmentée lorsque le poids est inférieur au premier quartile, donnée retrouvée chez le lapin et le porc dont les mécanismes physiopathologiques s'apparentent au retard de croissance intra-utérin existant chez les humains) et la saison (augmentation de la mortalité durant les mois chauds, facteur retrouvé une fois de plus chez le lapin et le porc). La diminution de la croissance sur une période donnée augmente le risque de mortalité sur la période suivante, ce qui suppose l'existence d'une affection sous-jacente influençant la croissance du chiot atteint. L'analyse multivariée nous indique un effet de l'âge de la mère, retrouvé chez les bovins et les porcins et reprend comme facteurs de risque de mortalité sur les trois premières semaines le poids à la naissance et le groupe racial.

Cette étude met en évidence l'importance de renforcer la surveillance et le nursing sur les animaux de race géante, en particulier lorsque la portée contient plus de 10 chiots. En vue de diminuer la mortalité durant la période estivale, il serait intéressant d'améliorer les conditions d'élevage durant cette saison (aération, climatisation, surface par portée...). L'âge de réforme des mères doit se situer idéalement autour de 6 ans, mais se pose la question du devenir de ces animaux, qui sont la plupart du temps euthanasiés du fait du manque de socialisation.

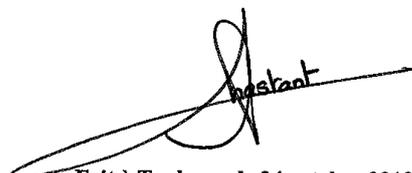
La pesée quotidienne (voire matin et soir durant les premiers jours de vie) permet de détecter rapidement et par des moyens simples les chiots à risque. Il serait cependant intéressant de compléter cette étude par des analyses race par race afin d'obtenir des valeurs standards de poids à la naissance et de croissance plus adaptées à la particularité de chaque race.

Enfin, la réalisation d'autopsies lors de décès permettrait d'identifier les principales causes de mortalité selon la période en vue de mieux appréhender les mécanismes mis en cause et de mettre en place des mesures de prévention adaptées.

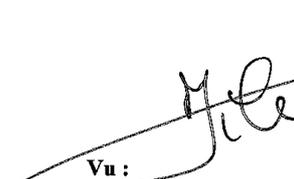
AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussignée, **CHASTANT Sylvie**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **BELIN Marion** intitulée « *Croissance et mortalité du chiot : Etude multi-espèces* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.



Fait à Toulouse, le 24 octobre 2013
Professeure Sylvie CHASTANT
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse


Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON




Vu : 25/10/13
Le Président du jury :
Professeure Charlotte CASPER

Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand MONTHUBERT

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
Le vice-Président du CEVU

Arnaud LE PADELLEC



Mlle BELIN Marion
a été admis(e) sur concours en : 2008
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 21/06/2012
a validé son année d'approfondissement le : 30/05/2013
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Gill M A (2001), *Perinatal and late neonatal mortality in the dog*, Thèse de doctorat d'Université, , University of Sydney, Sydney, NSW, Australie, 190p.
- [2] Tønnessen R ; Sverdrup Borge K ; Nødtvedt A ; Indrebø A, *Canine perinatal mortality: A cohort study of 224 breeds* , *Theriogenology* 77, no 9 (2012) : 1788-1801.
- [3] Mila H ; Grellet A ; Chastant-Maillard S (2012), *Prognostic value of birth weight and early weight gain on neonatal and pediatric mortality : a longitudinal study on 984 puppies*, 7th Quadrennial International Symposium on Canine and Feline Reproduction - Whistler, BC, Canada.
- [4] Indrebø A ; Trangerud C ; Moe L, *Canine neonatal mortality in four large breeds*, *Acta Veterinaria Scandinavica* 49, no Suppl 1 (2007): S2-S2.
- [5] Potkay S ; Bacher J D, *Morbidity and mortality in a closed Foxhound breeding colony*, *Laboratory Animal Science* 27, no 1 (1977): 78-84.
- [6] Van der Beek S ; Nielen A L ; Schukken Y H ; Brascamp E W, *Evaluation of genetic, common-litter, and within-litter effects on preweaning mortality in a birth cohort of puppies*, *American Journal of Veterinary Research* 60, no 9 (1999): 1106-1110.
- [7] Nielen A L ; Van Der Gaag I ; Knol B W ; Schukken Y H, *Investigation of mortality and pathological changes in a 14-month birth cohort of boxer puppies*, *The Veterinary record* 142, no 22 (1998): 602-606.
- [8] Münnich A ; Lübke-Becker A, *Escherichia coli infections in newborn puppies - clinical and epidemiological investigations*, *Theriogenology* 62, no 3-4 (2004): 562-575.
- [9] Münnich A, *The pathological newborn in small animals: the neonate is not a small adult*, *Veterinary Research Communications* 32 Suppl 1, no 1 (2008): S81-85.
- [10] Ranjan A, *Fading puppy syndrome: an overview*, *Veterinary Practitioner* 11, no 2 (2010): 171-173.
- [11] Dumon C, *Pathologie néonatale du chiot*, *EMC - Vétérinaire* 2, no 1 (2005): 30-53.
- [12] Jacobs M M ; Phibbs R H, *Prevention, recognition, and treatment of perinatal asphyxia*, *Clinics in Perinatology* 16, no 4 (1989): 785-807.
- [13] Hawthorne A J ; Booles D ; Nugent P A ; Gettinby G ; Wilkinson J, *Body-weight changes during growth in puppies of different breeds*, *The Journal of Nutrition* 134, no 8 Suppl (2004): 2027S-2027S.
- [14] Vela A I ; Falsen E ; Simarro I ; Rollan E ; Collins M D ; Domínguez L ; Fernandez-Garayzabal J F, *Neonatal mortality in puppies due to bacteremia by Streptococcus dysgalactiae subsp. Dysgalactiae*, *Journal of Clinical Microbiology* 44, no 2 (2006): 666-668.

- [15] Schäfer-Somi S ; Spergser J ; Breitenfellner J ; Aurich J E, *Bacteriological status of canine milk and septicemia in neonatal puppies - a retrospective study*, Journal of Veterinary Medicine. B, Infectious diseases and veterinary public health 50, no 7 (2003): 343-346.
- [16] Jones R L, *Special Considerations for Appropriate Antimicrobial Therapy in Neonates*, The Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice 17, no 3 (1987): 577-602.
- [17] Hernández M J ; Vannucci R C ; Salcedo A ; Brennan R W, *Cerebral blood flow and metabolism during hypoglycemia in newborn dogs*, Journal of Neurochemistry 35, no 3 (1980): 622-628.
- [18] Freville A, *Conduite à tenir en obstétrique canine et féline*, Thèse de Doctorat Vétérinaire (Alfort), 2005.
- [19] Moon P F ; Massat B J ; Pascoe P J, *Neonatal critical care*, The Veterinary clinics of North America, Small animal practice 31, no 2 (2001): 343.
- [20] Trangerud C ; Grondalen J ; Indrebo A ; Tverdal A ; Ropstad E ; Moe L, *A longitudinal study on growth and growth variables in dogs of four large breeds raised in domestic environments*, Journal of Animal Science 85, no 1 (2007): 76-83.
- [21] Helmink S K ; Shanks R D ; Leighton E A, *Breed and sex differences in growth curves for two breeds of dog guides*, Journal of Animal Science 78, no 1 (2000): 27.
- [22] Herpin P ; Damon M ; Le Dividich J, *Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs*, Livestock Production Science 78, no 1 (2002): 25-45.
- [23] Edwards S A, *Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions?*, Livestock Production Science 78, no 1 (2002): 3-12.
- [24] Tuchscherer M ; Puppe B ; Tuchscherer A ; Tiemann U, *Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival*, Theriogenology 54, no 3 (2000): 371-388.
- [25] Planinc A ; Kermauner A ; Malovrh S ; Kovač M, *Growth and Mortality of Sika Suckling Rabbit in Slovenia*, Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS) 76, no 4 (2011): 305-309.
- [26] Elmaghraby M M ; Elkholya S Z, *Characterizing Litter Losses in Purebred New Zealand White Rabbits*, Lucrări Științifice - Universitatea de Științe Agricole Și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie 54 (2010): 304-310.
- [27] Raboisson D ; Delor F ; Cahuzac E ; Gendre C ; Sans P ; Allaire G, *Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France*, Journal of Dairy Science 96, no 5 (2013): 2913.
- [28] Azzam S M ; Kinder J E ; Nielsen M K ; Werth L A ; Gregory K E ; Cundiff L V ; Koch R M, *Environmental effects on neonatal mortality of beef calves*, Journal of Animal Science 71, no 2 (1993): 282.
- [29] Bleul U, *Risk factors and rates of perinatal and postnatal mortality in cattle in Switzerland*, Livestock Science 135, no 2 (2011): 257-264.

- [30] Weber R ; Keil N M ; Fehr M ; Horat R, *Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms*, *Livestock Science* 124, no 1 (2009): 216-222.
- [31] Kady M S ; Gardosi J, *Perinatal mortality and fetal growth restriction*, *Best Practice & Research. Clinical Obstetrics & Gynaecology* 18, no 3 (2004): 397-410.
- [32] Phan Duy A ; El Khabbaz F ; Renolleau C ; Aberchich J ; Heneau A ; Pham H ; Baud O, *Intrauterine growth retardation and the developing brain*, *Archives de Pédiatrie* 20, no 9 (2013): 1034-1038.
- [33] Borge K S ; Tønnessen R ; Nødtvedt A ; Indrebø A, *Litter size at birth in purebred dogs - a retrospective study of 224 breeds*, *Theriogenology* 75, no 5 (2011): 911-919.
- [34] Milligan B N ; Fraser D ; Kramer D L, *Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights*, *Livestock Production Science* 76, no 1-2 (2002): 181-191.
- [35] Breeze A C ; Lees C L, *Prediction and perinatal outcomes of fetal growth restriction*, *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* 12, no 5 (2007): 383-397.
- [36] Fang S, *Management of preterm infants with intrauterine growth restriction*, *Early Human Development* 81, no 11 (2005): 889-900.
- [37] Lees C ; Baumgartner H, *The TRUFFLE study - a collaborative publicly funded project from concept to reality: how to negotiate an ethical, administrative and funding obstacle course in the European Union*, *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* 25, no 2 (2005): 105-107.
- [38] Iyeghe Erakpotobor T ; Olorunju S A S, *Effect of stocking density on performance of growing rabbits in the semi-humid tropics*, *Tropicultura* 23(2005): 19-23.

NOM : BELIN

PRENOM : Marion

TITRE : Croissance et mortalité du chiot en élevage

RESUME : la mortalité néonatale en élevage canin est très peu étudiée et représente une perte économique non négligeable. A l'aide de données récupérées dans un élevage français de 2001 à 2006, représentant 390 portées de 2 288 chiots nous avons mis en évidence un taux de mortalité totale de 22,8% (de la naissance au sevrage), dont 43,7% de mort-nés et 69,8% de mortalité jusqu'à 7 jours de vie, ce qui s'inscrit dans les valeurs de la littérature. Les facteurs de risque de mortalité mis en évidence dans cette étude sont le groupe de race, le poids à la naissance, la croissance, la taille de la portée, l'âge de la mère et la saison ; facteurs que l'on retrouve chez d'autres espèces tels que le lapin, le porc ou la vache. La majeure partie de la mortalité chez les chiots est le résultat d'une hypoxie chronique fœtale, phénomène que l'on peut assimiler au retard de croissance intra-utérin bien connu chez l'homme. Le GMQ augmente avec le format de la race (petit < moyen < grand et géant) mais la croissance relative au poids de naissance ne présente pas de différence significative entre les races. Enfin, les chiots de petites races ont une croissance cumulative plus importante durant les 5 premières semaines de vie comparé aux autres groupes. Ce travail souligne entre autres l'importance du suivi du poids et plus généralement de la croissance chez le chiot et la nécessité d'établir des valeurs critiques propres à chaque race afin de repérer les animaux à risque.

MOTS-CLES : mortalité néonatale / élevage canin / GMQ

ENGLISH TITLE: Puppy's growth and mortality in breeding colony

ABSTRACT: There are few studies about neonatal mortality in canine breedings while it represents a significant economic loss. With datas collected in a French canine breeding from 2001 to 2006 (390 litters of 2 288 puppies), we found a mortality rate of 22,8% (from birth to weaning), whose 43,7% were born dead and 69,8% died before 7 days of age, which fits to the results of the previous studies. We identified breed size, birth weight, growth, litter size, bitch age and season as risk factors for mortality; which are common with other species like rabbit, pig and cow. The major part of mortality is consecutive to a chronic foetal hypoxia, which can be compared to intra-uterine growth restriction in humans. ADG increases with the breed size (small > medium > large and giant) but the relative growth doesn't shows any significant differences between breed sizes. Finally, small-size-puppies have a greater accumulative growth during the first five weeks compared to other breeds. This works underscores the importance of weight and growth monitoring and the need of establish critic values for every breed in order to determine puppies at risk.

KEYWORDS: neonatal mortality / canine breeding / ADG