

III. Discussion

A. Limites de l'étude

1. Questionnaire

La réalisation d'un questionnaire bien conçu est primordial pour la récolte des données car toute imprécision peut induire un biais sur le paramètre concerné. Le questionnaire utilisé dans notre étude a été initialement conçu par le centre Neocare dans le cadre d'une étude sur la mortalité néonatale et la réalisation de courbes de croissance chez le chien (Lecarpentier et Martinez, 2017 ; Brevaux, 2018). Ce dernier a ensuite été adapté à l'élevage félin.

Les différentes questions se voulaient exhaustives afin que différentes études puissent être réalisées à partir d'une même base de données. Cependant, un trop grand nombre de questions peut décourager certains éleveurs, qui ne participeront pas à l'étude, augmentant par ce fait le biais de sélection sur la motivation ou le temps-libre des éleveurs. Un formulaire trop long risque également d'augmenter le nombre de réponses laissées vides, ce qui peut aboutir au retrait de paramètres pour des raisons statistiques. De nombreux paramètres, spécifiques à chaque étude, auraient donc pu être ajoutés mais agissent contre l'intérêt d'une base de données commune bien fournie et documentée. Par exemple, pour notre étude, il serait intéressant de connaître la note d'état corporel de la mère en plus de son poids afin de mieux qualifier l'influence de la taille de la mère sur le poids du chaton. De la même façon, connaître le statut vaccinal de la mère, la fréquence des vermifugations, la fréquence de déplacement des chats (exposition, déplacement d'un mâle pour une saillie) permettrait de mieux appréhender l'influence de paramètres infectieux sur la croissance des chatons pendant la gestation. Il serait également intéressant de connaître l'alimentation et les quantités ingérées lors de la gestation.

Lors d'échanges réalisés avec les éleveurs, certaines questions ont pu susciter des réponses variables selon l'interprétation de chacun. Les conditions de mise-bas ont été particulièrement discutées, ce qui les rend peu évaluables. Les trois réponses proposées par le questionnaire étaient les suivantes : « a été facile », « a été difficile » ou « s'est terminée par une césarienne ». Or, la difficulté d'une mise-bas est évaluée de façon totalement subjective.

Certains considéreront qu'une mise-bas est difficile dès lors qu'elle dure plusieurs heures alors que d'autres estimeront qu'elle est difficile s'ils ont dû aider la mère ou gérer la mise-bas à l'aide d'un vétérinaire. Le report de la date de saillie a également été inconstant car la femelle est souvent laissée avec le mâle plusieurs jours, parfois sans surveillance. La date exacte de première saillie est donc parfois inconnue de l'éleveur, ce qui rend l'interprétation de ce paramètre difficile.

2. Récolte des données

La difficulté majeure rencontrée dans cette étude a été liée à la récupération des données. En effet, de nombreux courriels, bien que ciblés, sont restés sans réponse. Le taux de réponse des éleveurs s'est avéré meilleur lorsque ceux-ci avaient été rencontrés au préalable lors d'une exposition ou contactés par téléphone. Certains des éleveurs rencontrés lors d'expositions, bien que très volontaires, n'avaient que peu de données à partager. Il s'est avéré qu'une proportion importante des éleveurs exerçant leur métier depuis plusieurs années cessent de peser leurs chatons quotidiennement. La pesée ne se fait alors qu'en cas de doute et les valeurs ne sont pas notées. Certains éleveurs n'ont, quant à eux, jamais effectué un suivi de poids de leurs chatons. Une enquête réalisée par le centre NeoCare au sein des membres de son réseau a révélé que 90% des éleveurs pèsent leurs nouveau-nés au moins une fois par jour lors de la première semaine de vie (enquête de septembre 2017, 149 participants, www.neocare.pro).

La récupération des questionnaires et des feuilles de suivi de poids a souvent été laborieuse. Malgré l'envoi du questionnaire complet sous format modifiable, une grande partie des éleveurs ont envoyé leurs feuilles de suivi de poids sans compléter le questionnaire, en incluant dans leurs courriels quelques lignes concernant la portée. Ainsi, le nom complet des parents (d'après le site du LOOF), leur date de naissance, ainsi que leur poids ont souvent été recherchés sur Internet (sur le site de l'élevage, via le site www.pawpeds.com, www.chats-de-france.com, www.loof.asso.fr) afin que le travail à fournir soit minimal pour les éleveurs lors des échanges ultérieurs. Procéder de cette façon a permis de récupérer une majorité de données manquantes mais certaines questions sont toujours restées sans réponse, par ignorance ou par oubli. Certains élevages ont également partagé leurs données d'élevage sur plusieurs années mais il leur a été impossible de répondre à certaines questions concernant leurs anciennes portées.

3. Fiabilité des données

La fiabilité des données concernant la difficulté de mise-bas ou la date de saillie a déjà été abordée et ces données ont été exclues de notre modèle. Le poids de naissance est le facteur le plus important car il est central au modèle. Les discussions avec les éleveurs ont révélé que la pesée du chaton n'était pas systématiquement réalisée après la mise-bas mais parfois 2 à 6 heures après. Les chatons peuvent donc prendre du poids pendant cet intervalle de temps (tétée), comme en perdre. Par ailleurs, il est conseillé d'utiliser dans les premiers jours de vie des balances alimentaires, précises au gramme, pour peser les chatons. Cependant, un certain nombre d'éleveurs utilisent des balances précises aux 5 grammes comme cela a été observé lors de la retranscription des valeurs de poids. Une différence de 5 grammes à la naissance représente une variation d'environ 5 % du poids du chaton, ce qui n'est pas négligeable (la moyenne des poids de naissance dans notre base de données étant de 101,5 grammes). Le calcul du taux de croissance 0-2 jours se base sur le poids à J_0 et J_2 ; cela entraîne deux incertitudes qui ont d'autant plus d'impact que les mesures sont rapprochées. La pesée des chatons chez les éleveurs n'est pas toujours réalisée à la même heure et dans les mêmes conditions. Suite à la naissance, certains éleveurs s'imposent un horaire de pesée alors que d'autres se permettent des variations de plusieurs heures. Cela n'a aucune influence sur de longues périodes (calcul du taux de croissance 2-21 jours) mais peut avoir une influence sur un intervalle de temps plus court (taux de croissance 0-2 jours). La précision de la balance, la disposition de la balance sur une surface plane ou l'utilisation d'un bac pour peser sont autant de variables qui peuvent avoir une influence sur les pesées entre différents élevages et au sein d'un élevage.

La détermination du sexe d'un chaton est difficile dans les premiers jours de vie. Elle se fait par l'évaluation de la distance ano-génitale, plus faible chez la femelle (0,5 à 1 cm) que chez le mâle (1,2 à 1,4 cm) (Thevenet et al., 2007). Les confusions peuvent être corrigées lorsque le chaton grandit mais lors de mort précoce, le sexe peut rester indéterminé ou avoir été mal déterminé. Ainsi, 18 % des individus morts dans les deux premiers jours de vie sont de sexe inconnu contre 6 % pour ceux encore vivants à deux jours. De plus, 22 % des individus mort-nés sont de sexe indéterminé.

Les différentes méthodes de recrutement des éleveurs induisent un biais de sélection. Les éleveurs partageant leurs données sont souvent les éleveurs les plus sérieux. Certains éleveurs ne souhaitent pas partager leurs données pour des raisons de temps alors que d'autres ne le

peuvent pas car la mesure du poids de naissance de nouveau-nés n'est pas systématique et régulière dans leurs élevages. Parfois, la crainte d'exposer de mauvais résultats a pu pousser les éleveurs à ne pas partager leurs données ou à seulement envoyer des informations sur les portées sans problème. La rencontre des éleveurs dans les expositions félines entraîne également un biais de recrutement en surreprésentant certaines races en raison de l'organisation de « spéciales de race ».

B. Population étudiée

1. Effectifs

Notre étude reprend les informations de 6104 chatons, triés parmi 7754 chatons initialement présents dans la base de données, ce qui constitue une des bases de données des plus complètes à ce jour (Tableau 6). Les études s'intéressant à la période néonatale chez le chat sont rares et leurs effectifs sont souvent moindres. Le Tableau 6 recense les principales études et les effectifs chez le chat.

Tableau 6 : Principales études et effectifs associés chez le chat.

Etude	Effectifs	Pays
Musters et al., 2011	887	Pays-Bas
Romagnoli et al., 2019	1 424	Italie
Strom et al., 2009	2 568	Suède
Sparkes et al., 2006	4 819	Angleterre
Fournier et al., 2017	28 065	France

L'étude de Fournier et al., (2017) se distingue de par son effectif important de 28 065 chatons. Cependant, la méthode de récupération des données diffère de celle de notre étude et des autres études citées. La majorité des études ainsi que la nôtre se basent sur des questionnaires envoyés aux éleveurs alors que Fournier et al. (2017) ont utilisé un logiciel de gestion d'élevage (Breeding Management Support, Royal Canin, Aimargues) pour récupérer les données entrées par les éleveurs pour un suivi personnel. Les données ainsi récupérées sont complètement anonymes et la peur d'exposer de mauvaises performances n'est plus à considérer dans les biais.

2. Race

L'étude reprend 27 races regroupées en 15 groupes raciaux d'au moins 100 individus. Pour des raisons de représentativité (effectif inférieur à 100 individus), 16 races ont été exclues de la base de données finale. Le regroupement des races se base, dans notre étude sur les différentes versions d'une même race dont seuls diffèrent la longueur ou la couleur du poil. On observe que le regroupement des races diffère selon les études. Ainsi, Musters et al. (2011) se basent sur l'étude de Menotti-Raymond et al. (2008) sur la proximité génétique et regroupent 3 à 9 races par groupe racial. Par exemple, le groupe Oriental reprend 9 races soit l'équivalent de 4 groupes raciaux de notre étude. Cet excès de regroupement des races a été réalisé en raison des faibles effectifs de chaque race. En effet, on observe 18 races représentées par moins de 5 portées dans leur étude. Au contraire, certaines études (Sparkes et al., 2006 ; Ström Holst, Frössling, 2009) regroupent uniquement les races génétiquement très proches (groupe rex : Devon rex et Cornishrex ; Persan et Exotic shorthair) et peuvent mener leurs analyses sans grouper les chatons grâce à des effectifs importants (Sparkes et al., 2006 ; Fournier et al., 2017) ou à cause du faible nombre de races étudiées (Moik, Kienzle, 2011 ; Romagnoli et al., 2019 : 5 races).

Afin d'éviter de déstabiliser le modèle avec l'évolution des lignées et de proposer une étude représentative aux éleveurs français, il a été choisi de ne pas garder les chatons nés avant l'année 2000 et d'exclure les élevages non français. En effet, la sélection réalisée par les éleveurs varie selon les critères recherchés et fait évoluer les races au cours du temps, ce qui peut logiquement faire évoluer le poids de naissance. La génétique des races, également responsable de la variation du poids de naissance, est également dépendante du pays d'origine. Le [Tableau 7](#) illustre ces différences de lignées entre les pays pour le sacré de Birmanie.

Tableau 7 : Variation du poids de naissance en fonction de l'origine géographique des différentes lignées au sein de la race Sacré de Birmanie.

	Poids de naissance moyen	Nombre de chatons
Sparkes et al., 2006 (Grande Bretagne)	101 g	317
Moik et al., 2011 (Allemagne)	97 g	245
Notre étude, 2020 (France)	95,2 g	649

Afin d'estimer la représentativité de notre population de chatons en France, nos effectifs ont été comparées à ceux des pédigrées délivrés par le LOOF (Figure 21), qui est le seul organisme en France habilité à enregistrer des pédigrées pour le chat. Entre 2003 et 2019 (dates pour lesquelles des données sont disponibles sur www.loof.fr), le LOOF a délivré 469 007 pédigrées pour 74 races (LOOF, 2020). Notre étude reprend 27 de ces races dont font partie les 17 premières en nombre de chatons nés par an. Ces 27 races représentent 95,6 % des chatons de race nés en France.

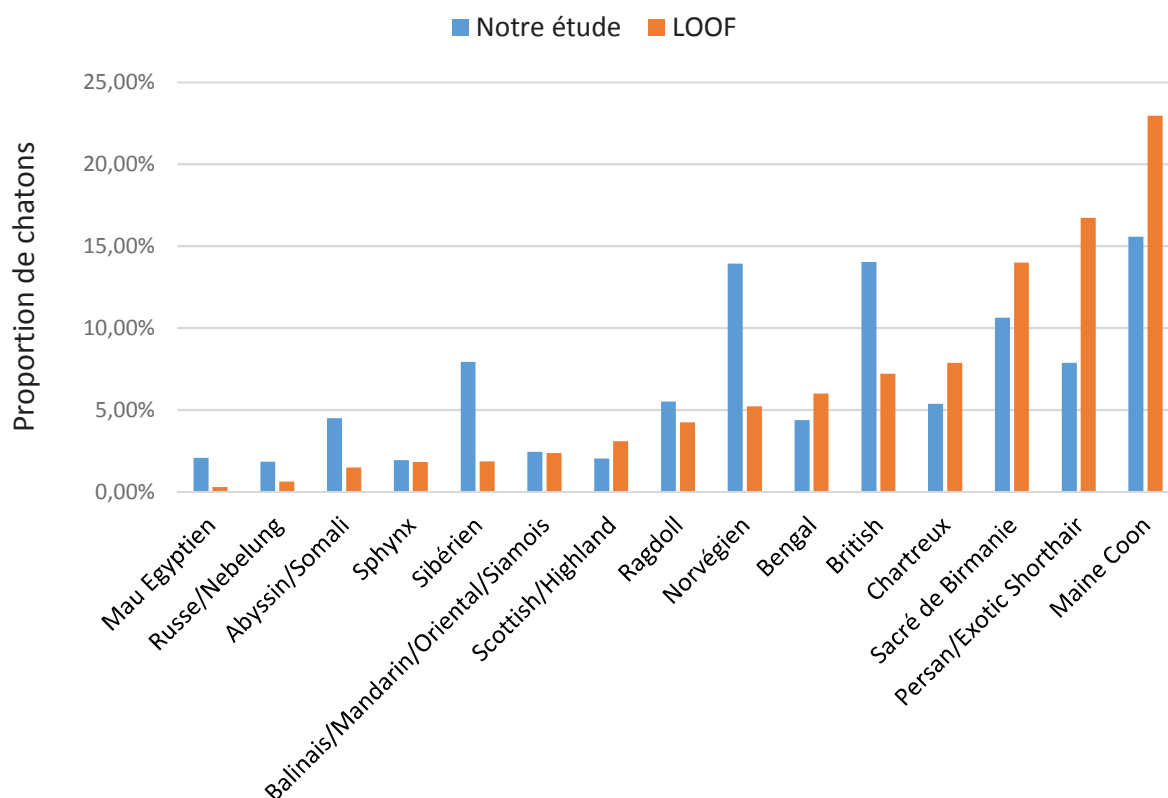


Figure 21 : Comparaison de la distribution des effectifs de chatons dans notre base de données (n = 6106) et dans celle du LOOF (n = 469 007 entre 2003 et 2019).

Certains groupes raciaux peu élevés en France tels que le Mau égyptien, le Nebulung, l'Abyssin ou le Somali sont surreprésentés de par la méthode égale de collecte de données réalisée pour les différentes races. D'autres races telles que le Sibérien, le Norvégien ou le British sont parfois surreprésentées car certains éleveurs ont été rencontrés dans des expositions où ces races avaient été mises en avant. L'effet de mode a également une influence, tout comme la motivation des clubs de races qui ont pu relayer plus ou moins activement nos demandes.

3. Elevage d'origine

Le nombre d'élevages inclus dans une étude est important car il permet d'estimer la représentativité de l'étude à l'ensemble des élevages du pays. Plus le nombre de portées renseignées par élevage est faible, plus l'effet lié aux conditions d'élevage est minimisé. L'élevage félin est un élevage souvent peu intensif, familial et exercé en parallèle d'une autre activité (Fournier et al., 2017). Le Tableau 8 recense le nombre d'élevages et de portées incluses dans les études disponibles dans la littérature.

Tableau 8 : Nombre d'élevages, de portées totales et de portées incluses par élevages selon les études.

	Nombre de portées	Nombre d'élevage	Nombre moyen de portées par élevage
Fournier et al., 2017	7 050	1 521	4,6
Notre étude 2020	1 543	225	6,9
Sparkes et al., 2006	1 056	942	1,1
Strom et al., 2009	694	264	2,6
Romagnoli et al., 2019	337	26	13,0
Musters et al., 2011	197	116	1,7

C. Description du poids de naissance

Le poids de naissance des différents groupes raciaux a été comparé à ceux de différentes études et sont recensés Tableau 9. L'étude de Lecourtois (2018) n'a pas été incluse car la base de donnée de cette étude est en partie commune à la nôtre.

Comme précédemment discuté, nous observons des différences de poids de naissance qui sont imputables à l'effet de lignée liée au pays, à la date de l'étude et aux biais propres à chacune des études.

Tableau 9 : Comparaison des poids de naissance moyens (en grammes) de différentes races selon les études disponibles dans la littérature. Les deux valeurs fournies pour certains groupes de race de l'étude de Sparkes et al., sont les valeurs individuelles des deux races regroupées dans notre étude sous un groupe racial.

Groupe racial	Notre étude, 2020 (n = 6104) France	Sparkes et al., 2006 (n = 4819) Angleterre	Moik et al., 2011 (n = 245) Allemagne	Gatel et al., 2011 (n = 140) France	Keiser et al., 2017 (n = 85) Suisse
Abyssin/Somali	97,5	91 ; 100			
Balinois/Mandarin/ Oriental/Siamois	95,4	85 ; 93	92	85*	
Bengal	88,8			84*	79,3
British	98,4	97 ; 105		95*	
Chartreux	109,3			117*	
Maine Coon	119,3	116	115	119*	82,7
Mau Egyptien	92,5				110,3
Norvégien	109,6		106	112*	
Persan/Exotic Shorthair	85,2	92,8 ; 97,2	82		
Ragdoll	99,5				
Russe/Nebelung	93,1				
Sacré de Birmanie	95,2	101	97	85*	
Scottish/Highland	89,7				
Sibérien	99,6				100,9
Sphynx	90,3				

* valeur estimée à partir de graphiques de l'étude.

D. Facteurs de variation du poids de naissance

1. Influence du sexe

Notre étude a mis en évidence que les chatons mâles ont un poids de naissance significativement supérieur à celui des femelles. Cette différence est de l'ordre de 5 grammes,

soit environ 5 % du poids de naissance. L'effet clinique associé est faible (taille d'effet = 0,33). L'étude de Musters et al. (2010), menée également dans l'espèce féline, est arrivée à la même conclusion. Dans l'espèce porcine, le poids de naissance moyen des mâles est supérieur de 5 % à celui des femelles (Wittenburg et al., 2011). Cette différence entre mâles et femelles n'est pas mise en évidence chez toutes les espèces. Chez le chien, certaines études montrent une différence significative du poids à la naissance entre mâles et femelles (Trangerud et al., 2007 ; Groppetti et al., 2017) alors que d'autres ne la retrouvent pas (Groppetti et al., 2015 ; Mila et al., 2015). Chez l'homme, des variations de 150 à 200 grammes (5 à 7 % du poids de naissance moyen) entre les enfants mâles et femelles sont observées chez différentes ethnies (Mongelli, 1995 ; Valero de Bernabé et al., 2004 ; Kiserud et al., 2018). Cette différence de poids préexiste lors des différents stades de la gestation comme le montrent la réalisation des courbes de croissance intra-utérine de Janssen et al. (2007).

2. Influence de la race

Notre étude a mis en évidence des différences significatives de poids à la naissance entre certains groupes raciaux (Figure 8 et Figure 10). D'autres études comme celles de Sparkes et al. (2006) ; Moik, Kienzle, (2011) ; Keiser et al. (2017), observent également que le poids de naissance varie selon la race. De manière générale, les races de grande taille produisent des chatons dont le poids de naissance est supérieur à ceux des races de taille moyenne. Chez le chien, qui est une espèce à très forte variabilité staturale, le poids de naissance est dépendant de la race de la mère même si l'on considère des races de format racial identique (Gropetti et al., 2017). Ces différences sont également observées chez le porc (Wilson et al., 1998 ; Hagan, Etim, 2019), le cheval (Walton, Hammond, 1938) et entre différentes ethnies, chez l'homme (Valero de Bernabé et al., 2004 ; Janssen et al., 2007).

Pour expliquer ces variations de poids de naissance en fonction de la race, le format de la mère et du père ont été les premiers paramètres étudiés. Walton et Hammond (1938) observent que deux poulains issus d'un croisement des races Shire et Shetland ont une morphologie très différente à la naissance selon le sens du croisement (mère Shire et père Shetland VS mère Shetland et père Shire). Le poulain dont la mère est Shire est 3 fois plus grand à la naissance que le poulain dont la mère est Shetland alors que leur génétique est semblable. Il a alors été supposé que l'environnement utérin a une influence majeure sur la croissance de l'embryon/foetus. Cette même hypothèse a été confirmée pour différentes races de porcs

(Wilson et al., 1998 ; Alves et al., 2018). Pour montrer l'importance de l'environnement intra-utérin sur la croissance fœtale, des expériences de transplantation ont été réalisées sur des moutons (Dickinson et al., 1962), des bovins (Ferrell, 1991) et des chevaux (Allen et al., 2002). La transplantation d'un embryon d'une mère de gros gabarit à une mère de plus faible gabarit entraîne des retards de croissance intra-utérin pour une même race. Et inversement, la transplantation d'un embryon d'une mère de petit gabarit à une mère de grand gabarit entraîne une augmentation de la croissance intra-utérine, ce qui démontre que la taille de la mère influence le poids de naissance. C'est d'ailleurs cela qui a poussé certains chercheurs à améliorer les capacités utérines des mères afin d'augmenter la taille de portée et le poids de naissance moyen, notamment chez le porc (Vallet et al., 2002).

3. Influence de la taille de portée

Dans notre étude, la taille de portée moyenne est de $4,2 \pm 1,6$ chatons, ce qui est similaire aux valeurs rencontrées dans la plupart des études (Tableau 10). Chez le chat, différentes études (Johnston, Raksil, 1987 ; Sparkes et al., 2006 ; Ström Holst, Frössling, 2009 ; Fournier et al., 2017) mettent en évidence une variation de la taille de portée en fonction de la race avec notamment des portées de plus petite taille pour le Persan, le Sacré de Birmanie et l'Abyssin.

Tableau 10 : Taille de portée à l'échelle d'une population féline multiraciale dans la littérature.

	Taille de portée (moyenne \pm écart-type)	Nombre de races incluses	Nombre d'individus
Fournier et al., 2017	$4 \pm 1,9$	45	28 065
Notre étude	$4,2 \pm 1,6$	27	6 106
Sparkes et al., 2006	4,6	14	4 819
Ström et Frössling, 2009	$3,7 \pm 1,5$	33	2 568
Romagnoli et al., 2019	$4,2 \pm 1,8$	4	1 424
Musters et al., 2011	4,5	29	887
Keiser et al., 2017	$2,3 \pm 1,8$	7	85

Dans notre étude, la taille de portée a une influence significative sur le poids de naissance. Nous notons que plus la taille de la portée augmente, plus les chatons ont des poids de naissance moyens faibles. Ce phénomène est vérifié dans de nombreuses études chez le chat (Sparkes et al., 2006 ; Musters et al., 2011 ; Gatel et al., 2011), le chien (Groppetti et al., 2015 ; Chastant-Maillard et al., 2017b ; Schelling et al., 2019), le lapin (Breuer, Claussen, 1977 ; García-Ximénez, Vicente, 1993 ; David et al., 2017), la souris (McLaren, Michie, 1960), le cochon d'Inde (Eckstein et al., 1955), le porc (Pettigrew et al., 1986 ; Bauer et al., 1998 ; Milligan et al., 2002 ; Wu et al., 2006 ; Yuan et al., 2015) et l'homme (Gielen et al., 2007). L'explication biologique semble simple, à première vue. Une mère ayant une quantité limitée de nutriments pour ses fœtus et une capacité utérine limitée, une portée de trop grande taille entraîne une compétition entre ces derniers, ce qui diminue le poids de naissance moyen, et peut même parfois mener à de la mortalité fœtale. Cependant, un tel modèle suggérerait que les individus d'une même portée ont des poids de naissance proches. Or il a été montré que l'hétérogénéité de la portée augmente lors de l'augmentation de la taille de portée (McLaren, Michie, 1960 ; Quiniou et al., 2002 ; Lecourtois, 2018 ; Brevaux, 2018), ce qui signifie que certains individus sont défavorisés par rapport à d'autres.

L'explication a alors été complétée par Eckstein et al., (1955), qui montrent chez le cochon d'Inde que la croissance des fœtus d'une corne est davantage influencée par le nombre de fœtus dans cette corne que par le nombre total de fœtus (Figure 22, corne gauche). La pression sanguine de chaque corne étant inversement proportionnelle au nombre de fœtus de la corne, plus il y a de fœtus dans une corne, plus le flux sanguin distribué à chaque fœtus sera faible. Par la suite, des expériences de superovulation sur la souris (McLaren, Michie, 1960) ont montré que le poids de naissance d'un individu dépend de sa place géographique dans l'utérus lors de la gestation. De manière plus précise, la vascularisation de l'utérus étant réalisée côté apex via une bifurcation de l'aorte « abdominale » et côté cervical par l'artère iliaque, les plus gros fœtus sont situés là où la pression sanguine est la plus forte, c'est-à-dire en bout de corne ou à la base, alors que les plus petits sont situés là où la pression est la plus faible (Figure 22, corne droite). Cette distribution des poids des fœtus selon leur emplacement dans l'utérus souffre parfois d'une exception lorsque, dans le cas de grande portée, le fœtus le plus en amont est le plus petit. Cela est expliqué par une vascularisation particulière de ce fœtus qui est, dans ce cas, alimenté par une bifurcation qui alimente également l'ovaire. Le fœtus reçoit alors la moitié du flux sanguin habituel (McLaren, Michie, 1960). Ainsi, bien que cela n'ait pas de

conséquence dans la pratique, on sait que le poids de naissance est aussi influencé par la position du fœtus dans l'utérus. Il est tout de même intéressant de noter que l'emplacement du fœtus dans l'utérus n'explique pas entièrement l'hétérogénéité des poids de naissance au sein de la portée et que cette dernière doit être reliée à d'autres facteurs intrinsèques à chaque fœtus tels que le génotype ou à des facteurs épigénétiques (Ferrell, 1991 ; Quesnel et al., 2008 ; Musters et al., 2011).

Afin d'augmenter la productivité chez le porc, la sélection se porte sur l'augmentation de la taille de portée, qui s'accompagne de la diminution du poids de naissance moyen de la portée et d'une augmentation de l'hétérogénéité du poids des individus de la portée (Milligan et al., 2002 ; Quiniou et al., 2002 ; Beaulieu et al., 2010 ; Baxter et al., 2013 ; Yuan et al., 2015). Cette sélection engendre une augmentation importante de la mortalité pré-sevrage (Pettigrew et al., 1986 ; Tuchscherer et al., 2000 ; Milligan et al., 2002 ; Yuan et al., 2015). Le même effet a été montré chez le lapin (García-Ximénez, Vicente, 1993 ; David et al., 2017). Afin de lutter contre cette mortalité, certaines lignées ont été sélectionnées sur la taille de la portée au sevrage plutôt que la taille de la portée à la naissance, ce qui permet de privilégier des portées avec un faible taux de mortalité néonatale (García, Baselga, 2002 ; Savietto et al., 2014). D'autres chercheurs ont également réussi à réduire la mortalité néonatale tout en conservant la taille de portée à la naissance en sélectionnant certaines lignées sur l'homogénéité du poids de naissance chez le lapin (Garreau et al., 2008) et chez le porc (Damgaard et al., 2003 ; Canario et al., 2010). Pour l'élevage d'espèces monotoques, la sélection est davantage centrée sur le poids de naissance afin de favoriser la croissance du nouveau-né (Assan et al., 2002).

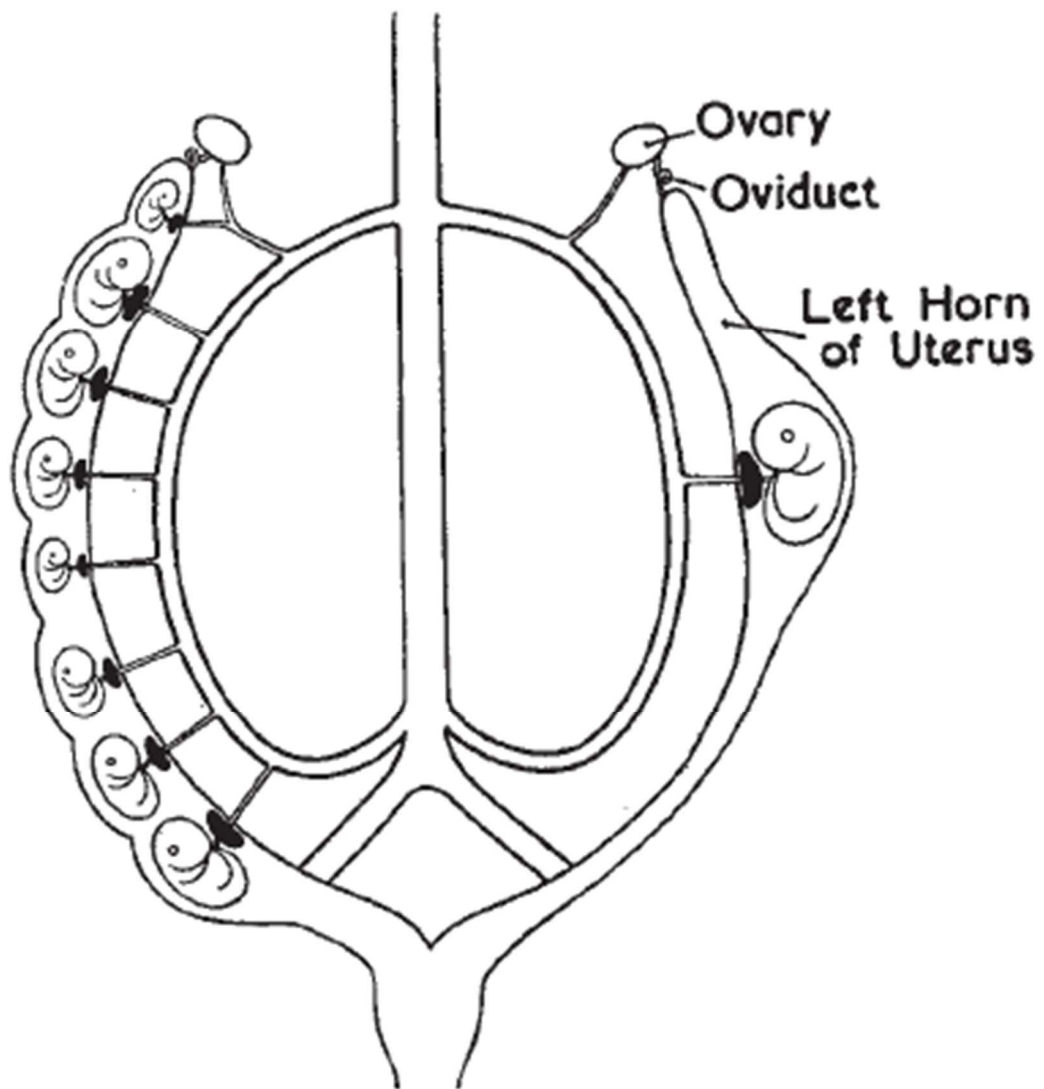


Figure 22 : Schéma expliquant la variation de croissance entre les différents fœtus d'une portée par l'augmentation de fœtus dans la corne ainsi que la position du fœtus dans la corne (Mc Laren et Michie, (1960)).

4. Influence de l'âge de la mère et de la parité

Le Tableau 11 recense l'âge moyen des mères selon les études. On observe des moyennes d'âge similaires si ce n'est pour l'étude de Musters et al., (2011). Comme suggéré dans certaines publications (Sparkes et al., 2006 ; Fournier et al., 2017), le recensement de mères aussi jeunes (entre 2 et 3,5 ans) est très probablement associé à un renouvellement important des reproducteurs, associé à un système d'élevage peu intensif. Cela est particulièrement vrai en France où l'élevage de chats est souvent familial et correspond à une activité professionnelle secondaire (Fournier et al., 2017).

Tableau 11 : Description de l'âge moyen de la mère selon les études.

Etude	Âge moyen de la mère (an)	Minimum et maximum (an)
Musters et al., 2011 (Pays-bas)	1,7	1 - 10
Fournier et al., 2017 (France)	2,7	0,3 - 11,5
Notre étude, 2020 (France)	2,8	0,65 - 12
Sparkes et al., 2006 (Angleterre)	2,8	-
Ström et Frössling, 2009 (Suède)	3,3	0,75 - 10
Romagnoli et al., 2019 (Italie)	3,3	Puberté - 10

Il peut sembler logique que chez une mère de jeune âge, la croissance maternelle entre en compétition avec ses fœtus. Cependant, cet effet n'a pas été mis en évidence chez les jeunes mères, que ce soit chez le chat (Sparkes et al., 2006 ; Gatel et al., 2011), le chien (Groppetti et al., 2015) ou le porc (Quiniou et al., 2002). Chez le chat, certaines études montrent un potentiel déclin de la taille de portée lorsque la mère atteint 6 ou 7 ans (Johnston, Raksil, 1987 ; Ström Holst et Frössling, 2009). D'autres n'ont pas pu montrer une telle corrélation, tout en émettant une réserve liée au faible nombre de portées ayant une mère âgée (6 ans et plus) incluses dans leur étude (Sparkes et al., 2006 ; Gatel et al., 2011). Cette absence de données sur les reproducteurs âgés s'explique par le fait qu'il est rare que des chats âgés soient volontairement mis à la reproduction par les éleveurs. Par ailleurs, la réglementation française interdit la mise à la reproduction des mères âgées de plus de 7 ans, sauf condition exceptionnelle. Une corrélation a alors été supposée entre le poids de naissance et l'âge de la mère (Gatel et al., 2011) mais n'a pas été mise en évidence (Sparkes et al., 2006). Chez le chien, Chastant-Maillard et al., (2017b) montrent que les jeunes mères reproductrices ont des tailles de portées inférieures à celles des adultes et que les séniors ont des tailles de portée inférieure aux jeunes et aux adultes ($5,2 \pm 2,6$ chiots pour les jeunes, $5,4 \pm 2,7$ chiots pour les adultes, et $4,9 \pm 2,7$ chiots pour les séniors ($p < 0,0001$)). Groppetti et al., (2015) trouvent également une taille de portée maximale

chez les mères âgées de 2 à 6 ans et plusieurs études montrent que la taille de portée diminue lorsque les mères ont plus de 6 ans (Mir et al., 2011 ; Borge et al., 2011 ; Groppetti et al., 2015).

Chez les animaux de rente tels que le lapin ou le porc, les études s'intéressent rarement à l'âge de la mère mais davantage à sa parité. Ces deux paramètres évoluent de façon très liée dans ces espèces. Ce lien est d'autant plus fort en élevage où la productivité pousse les éleveurs à mettre des individus qui n'ont pas fini leur croissance à la reproduction : les animaux primipares sont toujours les plus jeunes. Chez le porc et le lapin, le poids total de la portée augmente avec l'âge de la mère (Zotte, Paci, 2013 ; Lavery et al., 2019), ce qui s'explique par une capacité utérine de plus en plus importante. Dans l'espèce porcine, la taille de portée augmente avec la parité puis diminue à partir de la 5^{ème} portée (Tantasuparuk et al., 2000). Il est à rappeler que l'augmentation de la taille de portée entraîne une diminution du poids de naissance moyen (Milligan et al., 2002 ; Quesnel et al., 2008). La résultante est une augmentation du poids de naissance des porcelets au cours des trois premières portées puis une diminution à partir de la quatrième portée (Tantasuparuk et al., 2000 ; Lavery et al., 2019). Chez le lapin, le poids de naissance augmente avec l'âge et la parité de la mère (Zotte, Paci, 2013).

Chez l'homme, l'âge de la mère influence le poids de naissance des nouveau-nés (Valero de Bernabé et al., 2004 ; Chen et al., 2013). Cela s'explique par des variations anatomiques ou physiologiques liées à l'âge mais de nombreuses études rapportent également de très fortes interactions entre l'âge, le statut socio-économique de la mère et le poids de naissance (Ziadeh, 2001 ; Valero de Bernabé et al., 2004 ; Hillemeier et al., 2007 ; Chen et al., 2013). Une jeune mère qui n'a pas encore fini sa croissance (entre 15 et 19 ans) peut voir celle-ci entrer en compétition avec son fœtus, augmentant alors le risque de petit poids de naissance. Cependant, l'influence réelle de la croissance maternelle sur le poids de naissance n'a pas été démontré et les variations sont surtout liées à l'hygiène de vie de la mère qui est plus à risque de fumer, de boire de l'alcool, de se droguer ou d'avoir une situation instable (faibles revenus, célibataire, ...) (Ziadeh, 2001 ; Valero de Bernabé et al., 2004 ; Garcia-Subirats et al., 2011 ; Chen et al., 2013 ; Xi et al., 2020). Une mère de plus de 45 ans est davantage à risque de mortinatalité, d'une diminution du poids de naissance de l'enfant (Carolan, 2013) et est à risque de développer ou d'avoir développé une maladie chronique telle que du diabète ou de l'hypertension artérielle qui affectent la croissance et le métabolisme du fœtus *in utero* (Brooke et al., 1989 ; Haddad, Sibai, 1999 ; Valero de Bernabé et al., 2004) .

Chez le chat, certaines études ont mis en évidence que le poids de naissance est inversement proportionnel à la parité (Sparkes et al., 2006 ; Gatel et al., 2011) alors que d'autres ne mettent pas en évidence une telle corrélation (Ström Holst, Frössling, 2009). Nous n'avons pas étudié la parité dans notre étude car le nombre de données manquantes excède 30% et qu'inclure deux paramètres très fortement corrélés que sont l'âge de la mère et la parité déstabilise fortement le modèle. Chez le chien, l'augmentation de la parité entraîne une diminution de la taille de portée sans que le poids de naissance ne semble influencé (Groppetti et al., 2017).

5. Influence de la saison de naissance

Le chat est un animal dont la reproduction est saisonnière, notamment dans les pays tempérés. La reproduction se fait plus particulièrement lorsque la durée du jour augmente, c'est-à-dire entre le solstice d'hiver en décembre et le solstice d'été en juin dans l'hémisphère nord et à l'inverse entre le solstice d'été et le solstice d'hiver dans l'hémisphère sud (Jemmett, Evans, 1977 ; Johnston, Raksil, 1987 ; Ström Holst, Frössling, 2009 ; Fournier et al., 2017). En France, seulement 9,6 % des naissances de chatons de race ont lieu pendant l'hiver (15 271 / 158 270 portées) (LOOF, 2020). Aucune étude ne mentionne, à notre connaissance, l'influence de la saison de mise-bas sur le poids de naissance du chat. Cependant, la prise alimentaire évolue selon la saison (Birmingham et al., 2013 ; Serisier et al., 2014) ce qui peut influencer le poids de naissance des chatons. Dans notre étude, on observe une différence significative des poids de naissance selon la saison de naissance. Les poids de naissance des individus nés pendant l'été sont inférieurs de 2 à 3 grammes aux individus nés pendant les autres saisons ce qui représente 2 à 3% du poids du chaton, soit une taille d'effet associée très faible. Cela correspond à une gestation induite au printemps ou en début d'été, lorsque la durée du jour augmente.

6. Présence de mort-né dans la portée

Lors de la sélection des individus de notre base de données, les chatons mort-nés ont été supprimés, ce qui nous rend l'estimation de la mortinatalité impossible. Dans l'espèce féline, elle est de l'ordre de 5 à 13 % (Jemmett, Evans, 1977 ; Sparkes et al., 2006 ; Ström Holst, Frössling, 2009 ; Musters et al., 2011 ; Fournier et al., 2017) et peut monter jusqu'à 24 % pour certaines races. Le taux de mortinatalité varie avec la race (Sparkes et al., 2006 ; Fournier et al., 2017), ce qui peut expliquer une part des différences entre les études.

Les causes de mortinatalité peuvent être classées en causes infectieuses et causes non infectieuses (Johnston, Raksil, 1987 ; Pretzer, 2008 ; Schlafer, 2008 ; Lamm, Njaa, 2012). Parmi les causes non infectieuses, les plus faciles à objectiver sont les traumatismes ayant eu lieu pendant la gestation ou lors de mise bas dystocique. Les autres causes non infectieuses sont beaucoup plus difficiles à diagnostiquer et reprennent les anomalies congénitales héréditaires, toxiques et les facteurs maternels (Johnston, Raksil, 1987 ; Root Kustritz, 2006 ; Schlafer, 2008). Parmi les facteurs maternels, on distingue lors de la gestation, le stress, les médicaments et les toxines ingérées (Johnston, Raksil, 1987 ; Verstegen et al., 2008) des anomalies métaboliques comme le diabète, l'hypothyroïdie, l'éclampsie ou la toxémie de gestation (Root Kustritz, 2006 ; Panciera et al., 2007 ; Wiebe, Howard, 2009). Les causes infectieuses reprennent surtout les bactéries (*Streptococcus spp*, dans une moindre mesure *Escherichia coli*, *Campylobacter spp*, *Leptospira spp*, *Salmonella spp* (Pretzer, 2008 ; Lamm, Njaa, 2012)), et de manière sporadique, des virus tels que le parvovirus FPV, FIV, FeLV, coronavirus FCoV, calicivirus (Van Vuuren et al., 1999 ; Cave et al., 2002 ; Romagnoli, 2003 ; Weaver et al., 2005 ; Root Kustritz, 2006).

La présence de mort-né dans une portée est informative pour l'éleveur car elle signifie que les autres individus de la portée ont pu être au contact d'agents infectieux ou toxiques. Il est alors possible que ces individus aient souffert d'un retard de croissance intra-utérin. En cas de mortalité due à une mise bas dystocique, cela peut au contraire pointer des chatons de trop gros gabarit par rapport à la taille de la mère. Notre étude montre que les individus issus d'une portée contenant au moins un mort-né ont un poids de naissance moyen inférieur de 5,8 grammes à celui des chatons issus de portées sans mort-nés, ce qui représente 6 % du poids de naissance. La variation de poids de naissance entre les individus nés ou non dans une portée avec mort-né évolue selon les races entre -6,4 grammes pour le groupe racial Scottish/Highland à 19,5 grammes pour le Chartreux. Ces variations et les valeurs négatives sont à mettre en relation avec l'effectif associé et la cause de mortinatalité. Une portée dont un individu est mort d'une cause infectieuse montrera des poids de naissance moyens inférieurs à la moyenne (les fœtus sont touchés par l'infection, ce qui cause un retard de croissance intra-utérin) alors qu'une portée dont la mortinatalité provient d'une mise bas dystocique montrera au contraire des poids de naissance souvent supérieurs à la moyenne.

7. Limite de l'utilisation du poids de naissance comme prédicteur de mortalité

Pour l'espèce humaine, cela fait maintenant 50 ans que l'on distingue chez les individus de faible poids de naissance les individus nés prématurément (avant 37 semaines de gestation) des individus nés à terme mais ayant souffert d'un retard de croissance intra-utérin (RCIU) ou encore des individus physiologiquement petits (Valero de Bernabé et al., 2004 ; Hughes et al., 2017). Cette distinction est primordiale car les individus RCIU souffriront davantage de perturbations à long terme que les prématurés (Mostyn, Symonds, 2009 ; Lemos et al., 2010) et nécessiteront un suivi à long terme afin de prévenir d'éventuelles complications. Les individus physiologiquement petits seront, quant à eux, peu impactés par leur faible poids de naissance. Le retard de croissance intra-utérin peut être observé pendant la gestation à l'échographie en mesurant le fœtus et comparant les valeurs à des courbes de croissance. Chez les animaux, la distinction entre les individus RCIU et les prématurés n'est que rarement réalisée et se base sur l'observation de critères physiques à la naissance. Le retard de croissance intra-utérin a été particulièrement étudié chez le porc de par la forte sélection génétique réalisée sur cette espèce. Les organes fœtaux les moins affectés par la diminution de perfusion placentaire sont le système nerveux central, le squelette et le cœur et les plus touchés sont les glandes sécrétrices d'hormones, les organes parenchymateux abdominaux et les reins. Cela se traduit morphologiquement par une tête de taille normale pour le stade gestationnel associée à un corps plus petit. On observe alors des individus à gros crâne (Bauer et al., 1998). Chez le chat, Lamm et Njaa, (2012) affirment que pour évaluer le degré de prématurité, plusieurs critères sont à prendre en compte : le poids de naissance, la taille du chaton, la quantité de fourrure et sa texture ainsi que le degré à partir duquel les dents doivent faire irruption des gencives en fin de gestation. Cependant, aucune norme à laquelle se référer n'a été mentionnée pour ces critères.

E. Influence du poids de naissance sur la mortalité

Dans notre étude, les trois premières semaines de vie du chaton sont divisées en deux périodes : la période néonatale précoce pendant laquelle se fait la prise colostrale et la période néonatale tardive. Cette distinction est réalisée car la croissance, la prévalence et les causes de mortalité diffèrent pendant les premières semaines de vie du chaton (Mila, 2015). La mortalité est majoritairement liée à la présence d'anomalies congénitales, de traumatismes, de

cannibalisme, ou due à des causes environnementales dans les deux premiers jours de vie alors que les causes infectieuses sont prédominantes entre 2 et 21 jours de vie.

Le taux de mortalité néonatale (0-21 jours) est de 5,7 % dans notre étude. Cependant, ce chiffre n'est probablement pas représentatif du taux de mortalité en France car les éleveurs ayant participé à l'étude sont probablement les plus motivés et/ou techniques. De plus, il est possible que les éleveurs aient préférentiellement communiqué les données des portées où l'on observe le moins de problèmes. La comparaison du taux de mortalité entre les différentes études n'est pas interprétable car les périodes étudiées ne sont pas identiques (Tableau 12).

Tableau 12 : Taux de mortalité néonatales et pédiatrique chez le chaton dans différentes études disponibles dans la littérature.

Etude	Taux de mortalité néonatale :	Période
Notre étude 2020 (France)	5,7 %	0 - 21 jours
Fournier et al., 2017 (France)	7,9 %	0 - sevrage
Sparkes et al., (Angleterre)	9,1 %	0 - 8 semaines
Ström Holst et Frössling, 2009 (Suède)	8,3 %	0 - 12 semaines
Romagnoli et al., 2017 (Italie)	14 %	0 - sevrage

Notre étude a pu mettre en évidence que les individus dont le poids de naissance est plus faible ont davantage de chance de mourir pendant les 21 premiers jours de vie (Figure 15 et Figure 16). Le poids de naissance influence davantage la mortalité néonatale précoce (0-2 jours) que la mortalité néonatale tardive (2-21 jours), avec respectivement une taille d'effet de 1,05 contre 0,54. L'augmentation de la mortalité néonatale avec la diminution du poids de naissance a été mise en évidence pour de nombreuses espèces : le chat (Lecourtois, 2018 ; Mugnier et al., 2019a), le chien (Groppetti et al., 2015 ; Mila et al., 2015 ; Breaux, 2018 ; Mugnier et al., 2020), le porc (Quiniou et al., 2002 ; Milligan et al., 2002), l'homme (Chen et al., 2013 ; de Castro et al., 2016 ; Vilanova et al., 2019).

Les individus de petit poids de naissance sont plus à risque d'hypothermie et d'hypoglycémie de par leur faible ratio surface corporelle/masse et leurs faibles réserves énergétiques (Mellor, 1983 ; Doctor et al., 2001 ; Quiniou et al., 2002 ; Wu et al., 2006 ; Sacy et al., 2010). Parallèlement à cela, l'immaturation de ces individus augmente leur difficulté à se déplacer et à avoir accès aux tétines (Gill, 2001 ; Sacy et al., 2010), ce qui réduit la consommation de colostrum, qui est essentielle aussi bien d'un point de vue énergétique (homéothermie et croissance) qu'immunitaire (Chastant-Maillard et al., 2017a). En effet, le système immunitaire des individus de petit poids de naissance est moins performant car souvent immature (Tønnessen, 2011 ; Macpherson et al., 2017 ; Helmo et al., 2018) ce qui rend ces individus davantage sujets aux infections durant la période néonatale. L'ingestion d'immunoglobulines maternelles est alors primordiale car elles représentent le mécanisme principal de défense du chaton dans les premières semaines de vie. Fournir un environnement adapté (lampes chauffantes, isolation du sol) et aider les chatons de faible poids de naissance à se nourrir doit être la priorité des éleveurs pendant la période néonatale.

Dans l'espèce féline, plusieurs facteurs ont également une influence sur le taux de mortalité néonatale : la race (Sparkes et al., 2006 ; Ström Holst, Frössling, 2009 ; Fournier et al., 2017 ; Lecourtois, 2018), l'âge de la mère (chat : Ström Holst, Frössling, 2009; chien : Tønnesen et al., 2012), la taille de portée (chat : Sparkes et al., 2006 ; Lecourtois et al., 2018; chien : Tønnessen et al. 2012 ; Mila et al., 2015 ; Chastant-Maillard et al., 2017b), l'hétérogénéité de portée (chien : Brevaux et al., 2018 ; porc : Quiniou et al. 2002), le sexe (Lecourtois et al. 2018).

F. Influence du poids de naissance sur la croissance

A notre connaissance, le taux de croissance néonatale n'a été que peu étudié pour l'espèce féline. Le taux de croissance 0-2 jours est un paramètre qui reflète le transfert d'immunité passive par voie colostrale chez le chiot (Chastant-Maillard et al., 2017a). L'explication est la suivante : la prise colostrale apporte des nutriments assurant la croissance et des immunoglobulines permettant l'acquisition de l'immunité passive du nouveau-né. Ainsi, une prise de poids pendant les 2 premiers jours reflète également un transfert important d'immunité de la mère au nouveau-né ce qui favorise la survie ultérieure du nouveau-né. Cependant, la valeur de ce paramètre reste encore à prouver chez le chaton.

Le poids de naissance a une influence significative sur le taux de croissance 0-2 jours mais le coefficient de variation est faible, ce qui indique que l'effet est minime. Les individus à petit poids de naissance grandissent moins vite que leurs frères et sœurs de poids supérieur durant les 48 premières heures de vie. Cette faible variation peut s'expliquer par le fait que les éleveurs sont conscients des risques associés au poids de naissance en France et qu'une attention particulière est accordée à ces chatons, ce qui leur permet d'avoir accès à une alimentation plus importante auprès de la mère.

Le taux de croissance 2-21 jours reflète, quant à lui, la prise alimentaire ainsi que les potentielles affections du chaton pendant la période néonatale tardive. Il a été montré que les individus de petit poids de naissance présentent une croissance de rattrapage pendant la période néonatale, ce que nous objectivons également dans notre étude (chat : Lecourtois et al., 2018 ; chien : Brevaux et al., 2018 ; homme : Toftlund et al., 2018 ; Anand et al., 2018). Cette dernière compense quantitativement le retard de croissance intra-utérin mais pas qualitativement car elle correspond essentiellement à l'accumulation de tissu adipeux en région viscérale plutôt qu'à une augmentation de la masse musculaire (Ferenc et al., 2014). Cette croissance de rattrapage est à la fois bénéfique car elle permet à l'individu de compenser le déficit de croissance *in utero* mais elle est souvent excessive et s'accompagne de l'augmentation du risque de maladies à l'âge adulte. Cela n'a pas été étudié chez le chat mais l'on note chez l'homme né avec un petit poids de naissance une augmentation de l'incidence de syndrome métabolique, d'insulinorésistance (Langer et al., 1989 ; Sankaran, Kyle, 2009 ; Lemos et al., 2010) ou de maladies cardiovasculaires (Barker, 1990).

G. Ouverture : Programmation fœtale

Depuis plusieurs années, le concept de « programmation fœtale » correspond à l'idée que la croissance, la physiologie, le développement de maladies à l'âge adulte sont étroitement imbriqués avec des événements s'étant déroulés pendant la gestation (Wu et al., 2006 ; Barker, 2007 ; Nettle, Bateson, 2015 ; Vaiserman, 2018). La très forte plasticité de l'ADN durant le début de vie implique que deux génotypes identiques peuvent, sous l'effet de l'environnement, donner différents phénotypes (Nettle, Bateson, 2015). De nombreux paramètres influencent la future vie du fœtus pendant la gestation. On notera en particulier l'effet de l'alimentation, de la composition corporelle maternelle et des maladies ou anomalies utérines de la mère pendant la

gestation. L'alimentation de la mère influence la croissance du fœtus, son développement, son microbiote ainsi que son immunité (Tarry-Adkins, Ozanne, 2011 ; Turnbaugh et al., 2009 ; Moles et al., 2013 ; Ma et al., 2014 ; David et al., 2014 ; Aagaard et al., 2014). Les modifications épigénétiques (méthylation de l'ADN, acétylation et méthylation des histones) induites par l'alimentation modifient l'expression de certains gènes et donc la traduction des protéines associées, ce qui altère le métabolisme de l'individu (Jaenisch, Bird, 2003 ; Oommen et al., 2005 ; Aagaard-Tillery et al., 2008) et même ceux des descendants sur plusieurs générations (Anderson et al., 2009). La composition corporelle de la mère, souvent caractérisée par l'indice de masse corporelle, peut influencer la croissance, la physiologie (en particulier l'hormone de croissance (GH) et les Insulin-like Growth Factors (IGF) et influence l'apparition de maladies chroniques (Poston et al., 2016 ; Hanson et al., 2016 ; Vaiserman, 2018). Des études mettent également en évidence que le vieillissement cellulaire programmé, lié à la taille des télomères, est conditionné par les retards de croissance intra-utérins (Ciccarone et al., 2018). Cela signifie que l'exposition du fœtus à divers stress (oxydatif, immunitaire, inflammatoire, perturbations endocrines entre la mère et le fœtus) pendant le développement prénatal peut reprogrammer la biologie des télomères et accélérer la sénescence programmée et donc la vitesse de vieillissement (Entringer et al., 2012).

Conclusion

La détection précoce des chatons à risque est essentielle afin d'améliorer leur prise en charge. Parmi les facteurs de risque, le poids de naissance est facile d'accès par la simple pesée et joue un rôle prépondérant. Dans notre étude, le poids de naissance de différents groupes de race a été décrit dans la population française de chats de race. Afin de prévenir l'apparition de faibles poids de naissance, nous avons orienté l'étude autour des paramètres influençant le poids de naissance lors de la gestation. Le modèle que nous avons développé a permis d'expliquer 68 % de la variation du poids de naissance dont 33 % sont expliqués par les facteurs suivants : la race, le sexe, la taille de portée, la saison de mise bas et la présence de mort-nés dans la portée. Les facteurs aléatoires liés à la mère et à l'élevage expliquent 35 % de la variabilité mais nécessitent une collecte de données plus importante afin d'extraire l'origine de cette variation et de mettre en place davantage de stratégies de prévention.

Le poids de naissance a un effet clinique très fort sur la mortalité néonatale précoce et un effet clinique moyen sur la mortalité néonatale tardive. Une corrélation quasi-nulle a été montrée entre le poids de naissance et le taux de croissance 0-2 jours et les individus de petits poids de naissance ont un taux de croissance 2-21 jours plus importante que ceux de plus fort poids de naissance.

Au vu des facteurs influençant le poids de naissance, la prévention prénatale est difficile à réaliser. La taille de portée n'est pas contrôlable pour un individu donné et s'inscrit davantage dans un contexte de sélection génétique sur plusieurs générations, en dehors du cadre de superovulation. Réduire la taille de portée permet d'augmenter le poids de naissance mais dans un contexte économique, les mères les plus prolifiques sont souvent recherchées. Il est supposé qu'une bonne hygiène d'élevage et la réalisation de mesures prophylactiques permettraient de diminuer la mortalité mais cela reste à prouver. Il est possible d'agir sur le poids de naissance en réduisant la mise à la reproduction pendant l'automne avec cependant un effet clinique très faible ce qui rend ce procédé peu utile et contraignant pour un éleveur qui souhaite proposer des chatons toute l'année.

Les facteurs de variation du poids de naissance étudiés ici possèdent un effet faible ou ne sont pas contrôlables. Afin que les éleveurs puissent favoriser la naissance de chatons à poids de naissance plus élevé, il serait intéressant que les paramètres directement contrôlables tels que ceux liés à la conduite d'élevage (type d'élevage, alimentation, prophylaxie) soient étudiés. En revanche, de par leur nature, la collecte de données sur de tels paramètres peut devenir extrêmement fastidieuse et subjective. Pour lever cette subjectivité, il serait nécessaire de réaliser une étude prospective très normée plutôt qu'une étude rétrospective. L'alimentation semble être l'un des points névralgiques permettant d'améliorer non seulement la croissance intra-utérine du chaton mais également sa flore digestive et son immunité prénatale.

Bibliographie

AAGAARD, K., MA, J., ANTONY, K. M., GANU, R., PETROSINO, J. et VERSALOVIC, J., 2014. The Placenta Harbors a Unique Microbiome. *Science Translational Medicine*. 21 mai 2014. Vol. 6, n° 237, p. 237ra65-237ra65. DOI 10.1126/scitranslmed.3008599.

AAGAARD-TILLERY, K. GROVE, K., BISHOP, J, KE, X, FU, Q, MCKNIGHT, R. et LANE, R H, 2008. Developmental origins of disease and determinants of chromatin structure: maternal diet modifies the primate fetal epigenome. *Journal of Molecular Endocrinology*. août 2008. Vol. 41, n° 2, p. 91-102. DOI 10.1677/JME-08-0025.

ALLEN, W., WILSHER, S., STEWART, F., STEWART, F., OUSEY, J, OUSEY, J et FOWDEN, A, 2002. The influence of maternal size on placental, fetal and postnatal growth in the horse. II. Endocrinology of pregnancy. In : *Journal of Endocrinology*. 2002. Vol. 172, n° 2, p. 237-246. DOI 10.1677/joe.0.1720237.

ALVES, K, SCHENKEL, F S, BRITO, L F et ROBINSON, A, 2018. Estimation of direct and maternal genetic parameters for individual birth weight, weaning weight, and probe weight in Yorkshire and Landrace pigs1. *Journal of Animal Science*. Vol. 96, n° 7, p. 2567-2578. DOI 10.1093/jas/sky172.

ANAND, P, BEHRMAN, J R., DANG, H H. et JONES, S, 2018. Varied patterns of catch-up in child growth: Evidence from Young Lives. *Social Science & Medicine*.. Vol. 214, p. 206-213. DOI 10.1016/j.socscimed.2018.07.003.

ANDERSON, C M., LOPEZ, F, SANDEEN, A et JOHNSON, L, 2009. Placental Insufficiency: Programming of Leptin Secretion, Blood Pressure, and Postnatal Growth in Two Generations of Sprague-Dawley Rats. In : *Biological Research For Nursing*. Vol. 10, n° 3, p. 284-291. DOI 10.1177/1099800408324127.

ASSAN, N., MAKUZA, S., MHLANGA, F. et MABUKU, O., 2002. Genetic Evaluation and Selection Response of Birth Weight and Weaning Weight in Indigenous Sabi Sheep. In : *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 15, n° 12, p. 1690-1694. DOI 10.5713/ajas.2002.1690.

BARKER, D J, 1990. The fetal and infant origins of adult disease. In : *British Medical Journal*. Vol. 301, n° 6761, p. 1111-1111. DOI 10.1136/bmj.301.6761.1111.

BARKER, D. J. P., 2007. The origins of the developmental origins theory. In : *Journal of Internal Medicine*.. Vol. 261, n° 5, p. 412-417. DOI 10.1111/j.1365-2796.2007.01809.x.

BAUER, R, WALTER, B, HOPPE, A, GASER, E, LAMPE, V, KAUF, E et ZWIENER, U, 1998. Body weight distribution and organ size in newborn swine (*sus scrofa domestica*) — A study describing an animal model for asymmetrical intrauterine growth retardation. In : *Experimental and Toxicologic Pathology*. Vol. 50, n° 1, p. 59-65. DOI 10.1016/S0940-2993(98)80071-7.

- BAXTER, E, RUTHERFORD, K, D'EATH, R, ARNOTT, G, TURNER, S, SANDØE, P, MOUSTSEN, V, THORUP, F, EDWARDS, S et LAWRENCE, A, 2013. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: Management factors. *Animal Welfare*. Vol. 22, n° 2, p. 219-238. DOI 10.7120/09627286.22.2.219.
- BEAULIEU, A. D., AALHUS, J. L., WILLIAMS, N. H. et PATIENCE, J. F., 2010. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork1. *Journal of Animal Science*. 1 août 2010. Vol. 88, n° 8, p. 2767-2778. DOI 10.2527/jas.2009-2222.
- BERMINGHAM, E. N., WEIDGRAAF, K., HEKMAN, M., ROY, N. C., TAVENDALE, M. H. et THOMAS, D. G., 2013. Seasonal and age effects on energy requirements in domestic short-hair cats (*Felis catus*) in a temperate environment: Cat energy requirements in temperate environments. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol. 97, n° 3, p. 522-530. DOI 10.1111/j.1439-0396.2012.01293.x.
- BORGE, K, TØNNESEN, R, NØDTVEDT, A et INDREBØ, A, 2011. Litter size at birth in purebred dogs—A retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology*. Vol. 75, n° 5, p. 911-919. DOI 10.1016/j.theriogenology.2010.10.034.
- BREUER, H et CLAUSSEN, U, 1977. Correlation of birth weight and crown-rump to the number of implantations and litter size in rabbits. *Anatomy and Embryology*. Vol. 151, n° 1, p. 91-95. DOI 10.1007/BF00315301.
- BREVAUX, 2018. Relation entre le poids de naissance, la croissance précoce, l'hétérogénéité du poids de naissance au sein de la portée et le risque de mortalité néonatale et pédiatrique chez le chien
- BROOKE, O G, ANDERSON, H R, BLAND, J M, PEACOCK, J L et STEWART, C M, 1989. Effects on birth weight of smoking, alcohol, caffeine, socioeconomic factors, and psychosocial stress. In: 1989. Vol. 298, p. 7.
- CANARIO, L., LUNDGREN, H., HAANDLYKKEN, M. et RYDHMER, L., 2010. Genetics of growth in piglets and the association with homogeneity of body weight within litters. In : *Journal of Animal Science*. 1 avril 2010. Vol. 88, n° 4, p. 1240-1247. DOI 10.2527/jas.2009-2056.
- CAROLAN, Mary, 2013. Maternal age ≥ 45 years and maternal and perinatal outcomes: A review of the evidence. *Midwifery*. Vol. 29, n° 5, p. 479-489. DOI 10.1016/j.midw.2012.04.001.
- CAVE, T. A., THOMPSON, H., REID, S. W. J., HODGSON, D. R. et ADDIE, D. D., 2002. Kitten mortality in the United Kingdom: a retrospective analysis of 274 histopathological examinations (1986 to 2000). *Veterinary Record*. Vol. 151, n° 17, p. 497-501. DOI 10.1136/vr.151.17.497.
- CHAPPUIS, G., 1998. Neonatal immunity and immunisation in early age: lessons from veterinary medicine. In : *Vaccine*. Vol. 16, n° 14-15, p. 1468-1472. DOI 10.1016/S0264-410X(98)00110-8.

CHASTANT-MAILLARD, S, AGGOUNI, C, ALBARET, A, FOURNIER, A et MILA, H, 2017. Canine and feline colostrum. *Reproduction in Domestic Animals*.. Vol. 52, p. 148-152. DOI 10.1111/rda.12830.

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

CHEN, Y, LI, G, RUAN, Y, ZOU, L, WANG, X et ZHANG, W, 2013. An epidemiological survey on low birth weight infants in China and analysis of outcomes of full-term low birth weight infants. *BMC Pregnancy and Childbirth*. Vol. 13, n° 1. DOI 10.1186/1471-2393-13-242.

CICCARONE, F, TAGLIATESTA, S, CAIAFA, P et ZAMPIERI, M, 2018. DNA methylation dynamics in aging: how far are we from understanding the mechanisms? *Mechanisms of Ageing and Development*. Vol. 174, p. 3-17. DOI 10.1016/j.mad.2017.12.002.

COHEN, Jacob, 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, N.J : L. Erlbaum Associates. ISBN 978-0-8058-0283-2. HA29 .C66 1988

DAMGAARD, L. H., RYDHMER, L., LØVENDAHL, P. et GRANDINSON, K., 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *Journal of Animal Science*. Vol. 81, n° 3, p. 604-610. DOI 10.2527/2003.813604x.

DAVID, I, GARREAU, H, BALMISSE, E, BILLON, Y et CANARIO, L, 2017. Multiple-trait structured antedependence model to study the relationship between litter size and birth weight in pigs and rabbits. *Genetics Selection Evolution* Vol. 49, n° 1. DOI 10.1186/s12711-017-0288-3.

DAVID, L A., MAURICE, C F., CARMODY, R N., GOOTENBERG, D B., BUTTON, J E., WOLFE, B E., LING, A V., DEVLIN, A. S, VARMA, Y, FISCHBACH, M A., BIDDINGER, S B., DUTTON, R J. et TURNBAUGH, P J., 2014. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*. j Vol. 505, n° 7484, p. 559-563. DOI 10.1038/nature12820.

DAY, M.J., 2007. Immune System Development in the Dog and Cat. *Journal of Comparative Pathology*. Vol. 137, p. S10-S15. DOI 10.1016/j.jcpa.2007.04.005.

DE CASTRO, E, MADEIRO LEITE, Á et GUINSBURG, R, 2016. Mortality in the first 24h of very low birth weight preterm infants in the Northeast of Brazil. *Revista Paulista de Pediatria*. Vol. 34, n° 1, p. 106-113. DOI 10.1016/j.rppede.2015.12.008.

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

DICKINSON, A. G., HANCOCK, J. L., HOVELL, G. J. R., TAYLOR, C. S. et WIENER, G., 1962. The size of lambs at birth—a study involving egg transfer. *Animal Science*. Vol. 4, n° 1, p. 64-79. DOI 10.1017/S0003356100034401.

DOCTOR, B A., O'RIORDAN, M A, KIRCHNER, H.L, SHAH, D et HACK, , 2001. Perinatal correlates and neonatal outcomes of small for gestational age infants born at term gestation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Vol. 185, n° 3, p. 652-659. DOI 10.1067/mob.2001.116749.

ECKSTEIN, P., MCKEOWN, T et RECORD, R. G., 1955. VARIATION IN PLACENTAL WEIGHT ACCORDING TO LITTER SIZE IN THE GUINEA-PIG. *Journal of Endocrinology*. Vol. 12, n° 2, p. 108 NP. DOI 10.1677/joe.0.0120108.

ENTRINGER, S., BUSS, C. et WADHWA, P. D., 2012. Prenatal Stress, Telomere Biology, and Fetal Programming of Health and Disease Risk. *Science Signaling*. Vol. 5, n° 248, p. pt12-pt12. DOI 10.1126/scisignal.2003580.

FACCO KANTAR, 2018. Les chiffres pour tout savoir sur le marché du petfood. 2018. [Consulté le 18 septembre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.facco.fr/les-chiffres/>.

FERENC, K, PIETRZAK, P, GODLEWSKI, M M., PIWOWARSKI, J, KILIANCZYK, R, GUILLOTEAU, P et ZABIELSKI, R, 2014. Intrauterine growth retarded piglet as a model for humans – Studies on the perinatal development of the gut structure and function. *Reproductive Biology*. Vol. 14, n° 1, p. 51-60. DOI 10.1016/j.repbio.2014.01.005.

FERRELL, C. L., 1991. Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow: I. Growth of tissues of the gravid uterus. *Journal of Animal Science*. Vol. 69, n° 5, p. 1945-1953. DOI 10.2527/1991.6951945x.

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

GARCÍA, M.L. et BASELGA, M., 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livestock Production Science*. Vol. 74, n° 1, p. 45-53. DOI 10.1016/S0301-6226(01)00280-9.

GARCIA-SUBIRATS, I, PÉREZ, G RODRÍGUEZ-SANZ, Ma, SALVADOR, J et JANÉ, M, 2011. Recent Immigration and Adverse Pregnancy Outcomes in an Urban Setting in Spain. *Maternal and Child Health Journal*. Vol. 15, n° 5, p. 561-569. DOI 10.1007/s10995-010-0614-7.

GARCÍA-XIMÉNEZ, F. et VICENTE, Js, 1993. Limiting effects of uterine crowding on the number and weight of live pups at birth in hemiovariectomized and normal rabbit does. *Reproduction Nutrition Development*. Vol. 33, n° 1, p. 69-73. DOI 10.1051/rnd:19930107.

GARREAU, H., BOLET, G., LARZUL, C., ROBERT-GRANIÉ, C., SALEIL, G., SANCRISTOBAL, M. et BODIN, L., 2008. Results of four generations of a canalising selection for rabbit birth weight. *Livestock Science*. Vol. 119, n° 1-3, p. 55-62. DOI 10.1016/j.livsci.2008.02.009.

GATEL, L., ROSSET, E., CHALVET-MONFRAY, K., BUFF, S. et RAULT, D.N., 2011. Relationships between fetal biometry, maternal factors and birth weight of purebred domestic

cat kittens. *Theriogenology*. Vol. 76, n° 9, p. 1716-1722.
DOI 10.1016/j.theriogenology.2011.07.003.

GIELEN, M, LINDSEY, P J., DEROM, C, LOOS, R J.F., DEROM, R, NIJHUIS, J G. et VLIETINCK, R, 2007. Twin Birth Weight Standards. *Neonatology*. Vol. 92, n° 3, p. 164-173.
DOI 10.1159/000102055.

GILL, Marilyn Ann, 2001. *Perinatal and late neonatal mortality in the dog*. Thèse de doctorat université de Sydney.

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

GROPETTI, D, PECILE, A, PALESTRINI, C, MARELLI, S et BORACCHI, P, 2017. A National Census of Birth Weight in Purebred Dogs in Italy. *Animals*. Vol. 7, n° 12, p. 43.
DOI 10.3390/ani7060043.

GRUNDY, S., 2006. Clinically Relevant Physiology of the Neonate. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. Vol. 36, n° 3, p. 443-459.
DOI 10.1016/j.cvsm.2005.12.002.

HADDAD, B et SIBAI, B M, 1999. Chronic hypertension in pregnancy. *Annals of Medicine*. Vol. 31, n° 4, p. 246-252. DOI 10.3109/07853899908995887.

HANSON, M, GLUCKMAN, P, et BUSTREO, F, 2016. Obesity and the health of future generations. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. Vol. 4, n° 12, p. 966-967.
DOI 10.1016/S2213-8587(16)30098-5.

HELMO, F, ALVES, E, MOREIRA, R, SEVERINO, V, ROCHA, L, MONTEIRO, M, REIS, M, ETCHEBEHERE, R, MACHADO, J et CORRÊA, R, 2018. Intrauterine infection, immune system and premature birth. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. Vol. 31, n° 9, p. 1227-1233. DOI 10.1080/14767058.2017.1311318.

HILLEMEIER, M, WEISMAN, C, CHASE, G A. et DYER, A, 2007. Individual and Community Predictors of Preterm Birth and Low Birthweight Along the Rural-Urban Continuum in Central Pennsylvania. *The Journal of Rural Health*. Vol. 23, n° 1, p. 42-48.
DOI 10.1111/j.1748-0361.2006.00066.x.

HUGHES, M, M., BLACK, R E. et KATZ, J, 2017. 2500-g Low Birth Weight Cutoff: History and Implications for Future Research and Policy. *Maternal and Child Health Journal*. Vol. 21, n° 2, p. 283-289. DOI 10.1007/s10995-016-2131-9.

JAENISCH, R et BIRD, A, 2003. Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals. *Nature Genetics*. Vol. 33, n° S3, p. 245-254.
DOI 10.1038/ng1089.

JANSSEN, P A, THIESSEN, P, KLEIN, M C, WHITFIELD, M F et CULLIS-KUHL, S C, 2007. Standards for the measurement of birth weight, length and head circumference at term in neonates of European, Chinese and South Asian ancestry. *Open Medicine*. 2007. Vol p. 14.

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

JOHNSTON, S D. et RAKSIL, S, 1987. Fetal Loss in the Dog and Cat. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. Vol. 17, n° 3, p. 535-554. DOI 10.1016/S0195-5616(87)50052-3.

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

KISERUD, T, BENACHI, AI, HECHER, K, PEREZ, R, CARVALHO, J, PIAGGIO, G et PLATT, L D., 2018. The World Health Organization fetal growth charts: concept, findings, interpretation, and application. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Vol. 218, n° 2, p. S619-S629. DOI 10.1016/j.ajog.2017.12.010.

LAMM, C G. et NJAA, B L., 2012. Clinical Approach to Abortion, Stillbirth, and Neonatal Death in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. Vol. 42, n° 3, p. 501-513. DOI 10.1016/j.cvsm.2012.01.015.

LANGER, O, LEVY, Judith, BRUSTMAN, Lois, ANYAEGBUNAM, Akolisa, MERKATZ, Ruth et DIVON, Michael, 1989. Glycemic control in gestational diabetes mellitus-How tight is tight enough: Small for gestational age versus large for gestational age? *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Vol. 161, n° 3, p. 646-653. DOI 10.1016/0002-9378(89)90371-2.

LAVERY, A., LAWLOR, P. G., MAGOWAN, E., MILLER, H. M., O'DRISCOLL, K. et BERRY, D. P., 2019. An association analysis of sow parity, live-weight and back-fat depth as indicators of sow productivity. *animal*. Vol. 13, n° 3, p. 622-630. DOI 10.1017/S1751731118001799.

LECOURTOIS, C, 2018. *Poids de naissance et autres facteurs de risque de mortalité neonatale chez le chat*. Thèse Docteur Vétérinaire Toulouse - 4043

LEMONS, J O., RONDÓ, P H. C., PEREIRA, J A., OLIVEIRA, R G., FREIRE, M B. S. et SONSIN, P B., 2010. The relationship between birth weight and insulin resistance in childhood. *British Journal of Nutrition*. Vol. 103, n° 3, p. 386-392. DOI 10.1017/S000711450999184X.

LOOF, 2020. Races/année. [en ligne]. 2020. [Consulté le 18 septembre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.loof.asso.fr/stats/recap.php?complet>.

LOOF, 2020b. Répartition des mois de naissance des portées. [en ligne]. 2020. [Consulté le 19 septembre 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.loof.asso.fr/stats/intro_stats.php#nais.

MA, J, PRINCE, A L., BADER, D, HU, M, GANU, R, BAQUERO, Ka, BLUNDELL, P, ALAN HARRIS, R., FRIAS, A E., GROVE, K L. et AAGAARD, KM., 2014. High-fat maternal diet during pregnancy persistently alters the offspring microbiome in a primate model. *Nature Communications* Vol. 5, n° 1. DOI 10.1038/ncomms4889.

- MACPHERSON, A J., DE AGÜERO, M et GANAL-VONARBURG, S., 2017. How nutrition and the maternal microbiota shape the neonatal immune system. *Nature Reviews Immunology*. Vol. 17, n° 8, p. 508-517. DOI 10.1038/nri.2017.58.
- MCLAREN A et MICHIE D, 1960. *Control of pre-natal growth in mammals*. 1960. *Nature*, Vol 187 p363-365
- MELLOR, D.J., 1983. Nutritional and Placental Determinants of Foetal Growth Rate in Sheep and Consequences for the Newborn Lamb. *British Veterinary Journal*. Vol. 139, n° 4, p. 307-324. DOI 10.1016/S0007-1935(17)30436-0.
- MENOTTI-RAYMOND, Marilyn, DAVID, Victor A., PFLUEGER, Solveig M., LINDBLAD-TOH, Kerstin, WADE, Claire M., O'BRIEN, Stephen J. et JOHNSON, Warren E., 2008. Patterns of molecular genetic variation among cat breeds. *Genomics*. Vol. 91, n° 1, p. 1-11. DOI 10.1016/j.ygeno.2007.08.008.
- MILA, H., GRELLET, A., FEUGIER, A. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2015. Differential impact of birth weight and early growth on neonatal mortality in puppies. *Journal of Animal Science*. Vol. 93, n° 9, p. 4436-4442. DOI 10.2527/jas.2015-8971.
- MILA, H., 2015. Neonatal period in the dog : immunological and nutritional determinants for survival. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse. Institut National Polytechnique de Toulouse, 177 p.
- MILLIGAN, B N, FRASER, D et KRAMER, D L, 2002. 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*. Vol. 76, n° 1-2, p. 181-191. DOI 10.1016/S0301-6226(02)00012-X.
- MIR, F, BILLAULT, C, FONTAINE, E, SENDRA, J et FONTBONNE, A, 2011. Estimated Pregnancy Length from Ovulation to Parturition in the Bitch and its Influencing Factors: A Retrospective Study in 162 Pregnancies: Pregnancy Length (Ovulation to Parturition) in the Bitch. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 46, n° 6, p. 994-998. DOI 10.1111/j.1439-0531.2011.01773.x.
- MOIK, K et KIENZLE, E, 2011. Birth weight and postnatal growth of pure-bred kittens. *British Journal of Nutrition*. Vol. 106, n° S1, p. S32-S34. DOI 10.1017/S0007114511003333.
- MOLES, L, GÓMEZ, M, HEILIG, H, BUSTOS, G, FUENTES, S, DE VOS, W, FERNÁNDEZ, L, RODRÍGUEZ, J M. et JIMÉNEZ, E, 2013. Bacterial Diversity in Meconium of Preterm Neonates and Evolution of Their Fecal Microbiota during the First Month of Life. *PLoS ONE*. Vol. 8, n° 6, p. e66986. DOI 10.1371/journal.pone.0066986.
- MONGELLI M, 1995. *Longitudinal study of fetal growth in subgroups of a low-risk population*. *Ultrasound in Obstetric and Gynecology* 1995. p340-344.
- MOSTYN, A et SYMONDS, M E., 2009. Early programming of adipose tissue function: a large-animal perspective : Symposium on 'Frontiers in adipose tissue biology'. *Proceedings of the Nutrition Society*. Vol. 68, n° 4, p. 393-400. DOI 10.1017/S002966510999022X.

MUGNIER A, 2019a. LECOURTOIS C, MILA,H GUIRAUD, F, MAIRANI, c, ADIBLESAUX, A ,CHASTANT MAILLARD, S, GRELLET , A, *Low birth weight as a risk factor for kitten mortality : determination of breed-specific threshold*. 2019. 21th EVSSAR congress. Venice. Italy 22-23juin 2018. p128.

MUGNIER, A, MILA, H, GUIRAUD, F, BRÉVAUX, J, LECARPENTIER, M, MARTINEZ, C, MARIANI, C, ADIB-LESAUX, A, CHASTANT-MAILLARD, S, SAEGERMAN, C et GRELLET, A, 2019. Birth weight as a risk factor for neonatal mortality: Breed-specific approach to identify at-risk puppies. *Preventive Veterinary Medicine*. Vol. 171, p. 104746. DOI 10.1016/j.prevetmed.2019.104746.

MUGNIER A, CHASTAND MAILLARD S et MILA H, LYAZRHI F, GUIRAUD, F, ADIB-LESAUX A, GAILLARD,V, SAEGERMAN,C, GRELLET,A 2020. *Low and very low birth weight in French puppies: definitions, risk factors and survival in a large-scale population based study*. 2020. S.l. : s.n.

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

NETTLE, D et BATESON, M, 2015. Adaptive developmental plasticity: what is it, how can we recognize it and when can it evolve? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 282, n° 1812, p. 20151005. DOI 10.1098/rspb.2015.1005.

OOMMEN, A M., GRIFFIN, J B., SARATH, G et ZEMPLINI, J, 2005. Roles for nutrients in epigenetic events. *The Journal of Nutritional Biochemistry* Vol. 16, n° 2, p. 74-77. DOI 10.1016/j.jnutbio.2004.08.004.

PANCIERA, D.L., PURSWELL, B.J. et KOLSTER, K.A., 2007. Effect of short-term hypothyroidism on reproduction in the bitch. *Theriogenology*. Vol. 68, n° 3, p. 316-321. DOI 10.1016/j.theriogenology.2007.04.026.

PETTIGREW, J E, CORNELIUS, S G, MOSER, R L, HEEG, T R, HANKE, H E, MILLERS, K P et HAGEN, C D, 1986. Effects of oral doses of corn oil and other factors on preweaning survival and growth of piglets z. 1986. p. 12. 1 Published as Paper No. 14,202 of the scientific journal article series of the Minnesota Agr. Exp. Sta. on research conducted under Minnesota Agr. Exp. Sta.

POSTON, L, CALEYACHETTY, R, CNATTINGIUS, S, CORVALÁN, C, UAUY, Ricardo, HERRING, Set GILLMAN, M W, 2016. Preconceptional and maternal obesity: epidemiology and health consequences. In : *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. décembre 2016. Vol. 4, n° 12, p. 1025-1036. DOI 10.1016/S2213-8587(16)30217-0.

PRETZER, S.D., 2008. Bacterial and protozoal causes of pregnancy loss in the bitch and queen. In : *Theriogenology*. août 2008. Vol. 70, n° 3, p. 320-326. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.04.035.

QUESNEL, H., BROSSARD, L., VALANCOGNE, A. et QUINIOU, N., 2008. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*. Vol. 2, n° 12, p. 1842-1849. DOI 10.1017/S175173110800308X.

QUINIQU, N, DAGORN, J et GAUDRÉ, D, 2002. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*. Vol. 78, n° 1, p. 63-70. DOI 10.1016/S0301-6226(02)00181-1.

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

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

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

SACY, A, TREUT, Y L, SCHMIDELY, P et CHEVAUX, E, 2010. Caractérisation de l'immaturité des porcelets à la naissance. 42. Journées de la Recherche Porcine, Feb 2010, Paris, France. Journées de la Recherche Porcine en France, pp.259-260, 2010, Journées de la Recherche Porcine en France. hal-01173574

SANKARAN, S et KYLE, P M., 2009. Aetiology and Pathogenesis of IUGR. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*. Vol. 23, n° 6, p. 765-777. DOI 10.1016/j.bpobgyn.2009.05.003.

SAVIETTO, D., CERVERA, C., RÓDENAS, L., MARTÍNEZ-PAREDES, E., BASELGA, M., GARCÍA-DIEGO, F. J., LARSEN, T., FRIGGENS, N. C. et PASCUAL, J. J., 2014. Different resource allocation strategies result from selection for litter size at weaning in rabbit does. *Animal*. Vol. 8, n° 4, p. 618-628. DOI 10.1017/S1751731113002437.

SCHELLING, C, GAILLARD, C, RUSSENBERGER, J, MOSELEY, L et DOLF, G, 2019. Heritabilities for the puppy weight at birth in Labrador retrievers. *BMC Veterinary Research* Vol. 15, n° 1. DOI 10.1186/s12917-019-2146-8.

SCHLAFER, D.H., 2008. Canine and feline abortion diagnostics. *Theriogenology*. Vol. 70, n° 3, p. 327-331. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.05.036.

SERISIER, S, FEUGIER, A, DELMOTTE, S, BIOURGE, V et GERMAN, A, 2014. Seasonal Variation in the Voluntary Food Intake of Domesticated Cats (*Felis catus*). *PLoS ONE*. Vol. 9, n° 4, p. e96071. DOI 10.1371/journal.pone.0096071.

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

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

TANTASUPARUK, W, LUNDEHEIM, N, DALIN, A-M, KUNAVONGKRIT, A et EINARSSON, S, 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology*. Vol. 54, n° 3, p. 481-496. DOI 10.1016/S0093-691X(00)00364-2.

TARRY-ADKINS, J L et OZANNE, S E, 2011. Mechanisms of early life programming: current knowledge and future directions. In : *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1 décembre 2011. Vol. 94, n° suppl_6, p. 1765S-1771S. DOI 10.3945/ajcn.110.000620.

THEIL, P. K., LAURIDSEN, C. et QUESNEL, H., 2014. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal*. juillet 2014. Vol. 8, n° 7, p. 1021-1030. DOI 10.1017/S1751731114000950.

THEVENET M., 2007. *La pathologie neonatale du chaton : memento a l'usage du veterinaire*. S.l. : s.n. Thèse docteur vétérinaire Paris

TIZARD, I. R. (2013). *Veterinary immunology* (9th ed). St. Louis, Mo: Elsevier/Saunders.

TOFTLUND, L, HALKEN, S, AGERTOFT, L et ZACHARIASSEN, G, 2018. Catch-Up Growth, Rapid Weight Growth, and Continuous Growth from Birth to 6 Years of Age in Very-Preterm-Born Children. *Neonatology*. Vol. 114, n° 4, p. 285-293. DOI 10.1159/000489675.

TØNNESEN, Ragnhild, 2011. Litter size at birth in purebred dogs—A retrospective study of 224 breeds. *Theriogenology*. Vol. 75, n° 5, p. 911-919. DOI 10.1016/j.theriogenology.2010.10.034.

TRANGERUD, C., GRØNDALEN, J., INDREBØ, A., TVERDAL, A., ROPSTAD, E. et MOE, L., 2007. A longitudinal study on growth and growth variables in dogs of four large breeds raised in domestic environments1. *Journal of Animal Science*. Vol. 85, n° 1, p. 76-83. DOI 10.2527/jas.2006-354.

TUCHSCHERER, M, PUPPE, B, TUCHSCHERER, A et TIEMANN, U., 2000. Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology*. Vol. 54, n° 3, p. 371-388. DOI 10.1016/S0093-691X(00)00355-1.

TURNBAUGH, P. J., RIDAURA, V. K., FAITH, J. J., REY, F. E., KNIGHT, R. et GORDON, J. I., 2009. The Effect of Diet on the Human Gut Microbiome: A Metagenomic Analysis in Humanized Gnotobiotic Mice *Science Translational Medicine*. Vol. 1, n° 6, p. 6ra14-6ra14. DOI 10.1126/scitranslmed.3000322.

VAISERMAN, A M., 2018. Birth weight predicts aging trajectory: A hypothesis. *Mechanisms of Ageing and Development*. Vol. 173, p. 61-70. DOI 10.1016/j.mad.2018.04.003.

VALERO DE BERNABÉ, J, SORIANO, T ALBALADEJO, R, JUARRANZ, Margarita, CALLE, M, MARTÍNEZ, D et DOMÍNGUEZ-ROJAS, V, 2004. Risk factors for low birth weight: a review. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. Vol. 116, n° 1, p. 3-15. DOI 10.1016/j.ejogrb.2004.03.007.

VALLET, J. L., LEYMASTER, K. A. et CHRISTENSON, R. K., 2002. The influence of uterine function on embryonic and fetal survival. *Journal of Animal Science*. Vol. 80, n° E-suppl_2, p. E115□E125. DOI 10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_2E115x.

VAN VUUREN, M., GEISSLER, K., GERBER, D., NOTHLING, J. O. et TRUYEN, U., 1999. Characterisation of a potentially abortigenic strain of feline calicivirus isolated from a domestic cat. In : *Veterinary Record*. 5 juin 1999. Vol. 144, n° 23, p. 636□638. DOI 10.1136/vr.144.23.636.

VERSTEGEN, J., DHALIWAL, G. et VERSTEGEN-ONCLIN, K., 2008. Canine and feline pregnancy loss due to viral and non-infectious causes: A review. *Theriogenology*. Vol. 70, n° 3, p. 304□319. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.05.035.

VIAUD, C, 2018. *Le comportement de tétée du chiot et son implication dans le transfert passif de l'immunité*. Thèse docteur vétérinaire Toulouse n° 4092

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

VILANOVA, C, HIRAKATA, V, DE SOUZA BURIOL, V, NUNES, M, GOLDANI, M et DA SILVA, C, 2019. The relationship between the different low birth weight strata of newborns with infant mortality and the influence of the main health determinants in the extreme south of Brazil. *Population Health Metrics* Vol. 17, n° 1. DOI 10.1186/s12963-019-0195-7.

WALTON A et HAMMOND J, 1938. The maternal effects on growth and conformation in shire horse-shetland pony crosses. In : *Proceedings of the Royal Society of London. Series B - Biological Sciences*. Vol. 125, n° 840, p. 311□335. DOI 10.1098/rspb.1938.0029.

WEAVER, C.C., BURGESS, S.C., NELSON, P.D., WILKINSON, M., RYAN, P.L., NAIL, C.A., KELLY-QUAGLIANA, K.A., MAY, M.L., REEVES, R.K., BOYLE, C.R. et COATS, K.S., 2005. Placental immunopathology and pregnancy failure in the FIV-infected cat. *Placenta*. Vol. 26, n° 2□3, p. 138□147. DOI 10.1016/j.placenta.2004.04.013.

WIEBE, V J. et HOWARD, J P., 2009. Pharmacologic Advances in Canine and Feline Reproduction. *Topics in Companion Animal Medicine*. Vol. 24, n° 2, p. 71□99. DOI 10.1053/j.tcam.2008.12.004.

WITTENBURG, D., GUIARD, V., TEUSCHER, F. et REINSCH, N., 2011. Analysis of birth weight variability in pigs with respect to liveborn and total born offspring: Analysis of birth weight variability. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. Vol. 128, n° 1, p. 35□43. DOI 10.1111/j.1439-0388.2010.00880.x.

WU, G., BAZER, F. W., WALLACE, J. M. et SPENCER, T. E., 2006. BOARD-INVITED REVIEW: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences1. *Journal of Animal Science*. Vol. 84, n° 9, p. 2316□2337. DOI 10.2527/jas.2006-156.

XI, C, LUO, M, WANG, T, WANG, Y, WANG, S, GUO, L et LU, C, 2020. Association between maternal lifestyle factors and low birth weight in preterm and term births: a case-control study. *Reproductive Health* Vol. 17, n° 1. DOI 10.1186/s12978-020-00932-9.

YUAN, T, ZHU, Y, SHI, M, LI, T, LI, N, WU, G, BAZER, F W., ZANG, J, WANG, F et WANG, J, 2015. Within-litter variation in birth weight: impact of nutritional status in the sow. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*. Vol. 16, n° 6, p. 417-435. DOI 10.1631/jzus.B1500010.

ZIADEH, S., 2001. Obstetric outcome of teenage pregnancies in North Jordan. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. Vol. 265, n° 1, p. 26-29. DOI 10.1007/s004040000121.

ZOTTE, A et PACI, G, 2013. Influence of Rabbit Sire Genetic Origin, Season of Birth and Parity Order on Doe and Litter Performance in an Organic Production System. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 26, n° 1, p. 43-49. DOI 10.5713/ajas.2012.12401.

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire envoyé aux éleveurs

Madame, Monsieur,

L'unité de Reproduction de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse s'intéresse à la croissance et à la mortalité chez le chaton de la naissance à l'âge de deux mois. Nous avons deux objectifs :

- de construire des courbes de croissance de référence par race du chaton entre zéro et deux mois
- d'étudier l'impact du poids de naissance du chaton et de sa croissance sur les deux premiers mois sur la mortalité dans l'élevage et la croissance ultérieure, et ce pour chaque race.

Ces résultats constitueraient un outil utile dans le suivi de la croissance de vos chatons, et pour la détection précoce des chatons ayant un risque plus élevé de mortalité.

Quelles informations ?

Si vous pesez vos chatons (quelle que soit la durée et la fréquence de pesée), nous serions donc intéressés par les données que vous avez collectées. En plus des poids, les informations qui nous sont utiles sont : la race du chaton (les chatons doivent être de pure race), sa date de naissance, et si possible les caractéristiques de la portée (nombre de chatons...). Même si le chaton est décédé avant l'âge de deux mois, sa courbe de poids ou son poids de naissance nous intéressent. Dans ce cas, indiquez sa date de décès. Si vous connaissez le numéro de puce et surtout les coordonnées de la personne qui vous a acheté le chaton, pourriez-vous également nous les indiquer ? Nous contacterons ce propriétaire pour avoir des informations sur le poids actuel du chaton ou du chat à l'âge adulte.

Toutes ces informations dont nous avons besoin sont regroupées dans le questionnaire ci-dessous (si possible à compléter et à renvoyer en même temps que vos données de poids).

Toutes vos portées nées depuis 2005 nous intéressent.

Comment nous faire parvenir vos données ?

Par la voie la plus simple pour vous : sous forme de scan, de photo, sur papier....

Vous pouvez nous renvoyer vos données par email : repro@envt.fr ou par courrier postal :

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Service de Reproduction
Etude Croissance Chatons
23 Chemin des Capelles
31300 TOULOUSE
FRANCE

Devenir des données

Les résultats obtenus lors de cette étude seront **anonymes**. Aucun nom d'éleveur, de propriétaire, ou de chat ne sera associé aux résultats.

Les résultats ne seront fiables que si nous collectons suffisamment de données. Si c'est le cas, les résultats obtenus seront ensuite diffusés aux clubs de race et dans la presse féline. Ils seront également disponibles dans des thèses vétérinaires de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, accessibles en ligne à tous sur le site de l'ENVT.

Merci de compléter un questionnaire par portée incluse dans cette étude.

Si vous n'avez pas toutes les informations, laissez la case vide, ce n'est pas un problème.

VOTRE ELEVAGE*

Nom de votre élevage :

.....

Dans quel pays est votre élevage ?

Adresse électronique (facultatif – Elle nous sera utile si nous avons besoin de précisions) :

.....@.....

Combien de femelles reproductrices sont présentes dans votre élevage ?

Combien de mâles reproducteurs sont présents dans votre élevage ?

Combien de races élevez-vous ?

Combien de chatons naissent en moyenne chaque année dans votre élevage ?

*Si vous fournissez les données sur plusieurs portées, notez ensuite uniquement votre nom pour cette partie

La mère des chatons

Nom :

Race :

.....

Date de naissance :/...../.....

Quel est son poids en kg (hors période de gestation/lactation) ? :

.....

Combien de portées a-t-elle eu (avant la portée dont vous nous communiquez les poids) ? :

.....

Le père des chatons

Nom :

Race :

.....

Date de naissance :/...../.....

S'agit-il d'un mâle de l'élevage ? Oui Non

Quel est son poids en kg ?

La saillie

Date de la première saillie ?/...../.....

La mise bas

Date de la mise bas :/...../.....

La mise-bas : a été facile a été difficile s'est terminée par une
césarienne

Nombre total de chatons nés :

Nombre de chatons mort-nés :

Nombre de chatons nés-vivants:

Les chatons de la portée

Nom du chaton	Né-vivant (oui/non)	Sexe (mâle /femelle)	Poids le jour de la naissance (en gramme)	chaton mort avant l'âge de 2 mois ? (oui/non)	Date de la mort

**Pouvez-vous parallèlement à ce questionnaire nous faire parvenir les données de poids
de vos chatons**

(de la naissance jusqu'à ce que vous ayez décidé d'arrêter de les peser) ?

Un grand merci encore pour votre participation

Nous vous communiquerons les résultats de cette étude.

Annexe 2 : Comparaison 2 à 2 des poids de naissance des groupes racial.

	Maine Coon	Norvégien	Chartreux	Siberien	Ragdoll	British	Abyssin/ Somali	Balinese/Mandarin/..	Sacré de Birmanie	Russe/Nebelung	Mau Egyptien	Sphynx	Scottish/Highland	Bengal
Norvégien	< 2E-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chartreux	8,10E-15	1,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Siberien	< 2E-16	< 2E-16	3,70E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ragdoll	< 2E-16	< 2E-16	6,30E-11	1,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
British	< 2E-16	< 2E-16	1,30E-15	1,00E+00	1,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abyssin/ Somali	< 2E-16	< 2E-16	5,90E-16	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	-	-	-	-	-	-	-	-
Balinese/Mandarin/..	< 2E-16	< 2E-16	1,10E-13	1,76E-01	1,60E-01	8,85E-01	1,00E+00	-	-	-	-	-	-	-
Sacré de Birmanie	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	2,50E-05	1,20E-04	1,80E-04	7,20E-01	1,00E+00	-	-	-	-	-	-
Russe/Nebelung	< 2E-16	< 2E-16	1,10E-13	4,62E-03	3,30E-03	3,51E-02	2,75E-01	1,00E+00	1,00E+00	-	-	-	-	-
Mau Egyptien	< 2E-16	1,50E-13	1,90E-10	1,31E-01	2,74E-01	5,25E-01	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	-	-	-	-
Sphynx	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	2,10E-06	1,10E-06	2,10E-05	7,40E-04	4,62E-01	3,18E-01	1,00E+00	1,00E+00	-	-	-
Scottish/Highland	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	9,10E-09	2,50E-09	1,30E-07	7,60E-06	4,11E-02	3,94E-02	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	-	-
Bengal	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	3,30E-16	1,60E-15	3,40E-15	5,00E-10	9,90E-04	1,70E-05	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	-
Persan/Exotic	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	< 2E-16	8,60E-13	< 2E-16	3,50E-04	4,60E-03	1,28E-01	1,39E-01	7,56E-02

Annexe 3 : Comparaison 2 à 2 des poids de naissance des individus issus de différentes tailles de portées.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,01739	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,00093	1	-	-	-	-	-	-	-
4	0,00193	1	1	-	-	-	-	-	-
5	0,00012	1	1	1	-	-	-	-	-
6	1,4E-05	0,1089	1	0,1317	1	-	-	-	-
7	0,00018	0,39707	1	0,33927	1	1	-	-	-
8	0,38471	1	1	1	1	0,18236	0,59473	-	-
9	0,0827	1	1	1	1	1	1	1	-
10	0,00037	0,29599	1	0,64351	1	1	1	0,24497	1

Annexe 4 : Comparaison 2 à 2 des poids de naissance des individus nés aux différentes saisons.

	Printemps	Eté	Automne	Hiver
Eté	0,012	-	-	-
Automne	1	0,009	-	-
Hiver	0,115	<0,001	0,553	-

Annexe 5 : Comparaison 2 à 2 du taux de mortalité néonatale précoce et tardif des groupes [min ; q1] ;]q1 ; q2] ;]q2 ; q3] ;]q3 ; max]

Pour la période néonatale précoce (0 – 2 jours)

	[Min ; q1]]q1 ; q2]]q2 ; q3]]q3 ; max]
]q1 ; q2]	2,07E-10	-	-	-
]q2 ; q3]	6,03E-12	1	-	-
]q3 ; max]	2,55E-12	1	1	-

Pour la période néonatale tardive (2 – 21 jours)

	[Min ; q1]]q1 ; q2]]q2 ; q3]]q3 ; max]
]q1 ; q2]	1,75E-03	-	-	-
]q2 ; q3]	1,30E-09	1,92E-02	-	-
]q3 ; max]	3,05E-13	1,83E-04	1	-

Nom : Cane

Prénom : Thibault

Titre : Poids de naissance du chaton, description par race, facteurs de variation, impact sur la croissance et la mortalité néonatale

Résumé : Chez le chat de race, le taux de mortalité pré-sevrage varie entre 8 et 24 % selon les races et les études. Le poids de naissance est un facteur de risque majeur de mortalité néonatale dans de nombreuses espèces. Les données issues de 6 104 chatons provenant de 244 élevages français ont été récoltées et analysées. Parmi les facteurs étudiés dans le modèle multivarié, la race (taille d'effet TE = 0 à 0,4), le sexe (TE = 0,3), la taille de portée (TE = 0 à 1,1), la présence de mort-nés dans la portée (TE = 0,3), la saison de naissance (TE = 0 à 0,1), la mère et l'élevage ont une influence significative sur le poids de naissance. Les chatons dont le poids de naissance est inférieur au premier quartile de leur groupe racial ont un taux de mortalité néonatale précoce 4 fois supérieur aux autres individus et un taux de mortalité tardive 1,3 à 5 fois supérieur aux autres individus. Le poids de naissance a une influence significative sur la croissance néonatale précoce et tardive avec respectivement un effet faible (coefficient de variation $\rho = -0,1$) et un effet moyen ($\rho = -0,4$).

Mots-clés : chaton ; race féline ; poids de naissance ; mortalité néonatale ; croissance ; races ; sexe ; taille de portée ; saison ; mort-né

Title : Breed specific birth weight description, variation factors, and impact on neonatal growth and mortality

Abstract : In purebred kittens, pre-weaning mortality rate ranges from 8 to 24 %, varying amongst breeds and studies. Birth weight is a major risk factor of neonatal mortality in numerous species. Data of 6,104 kittens from 225 French breeders were collected and analyzed. The developed multivariate model explains 68 % of birth weight variations through the following factors : race (effect size ES = 0 to 0.4), sex (ES = 0.3), litter size (ES = 0 to 1.1), presence of stillborns in the litter (ES = 0.3), season of birth (ES = 0 to 0.1), female progenitor and breeder. Early and late neonatal mortality rate were respectively 4 times and 1.3 to 5 times greater for kittens whose birth weight was inferior to the first quartile of their racial group. Birth weight has a significant influence on early and late neonatal growth with respectively a low (variation coefficient $\rho = -0,1$) and medium effect ($\rho = -0,4$)

Key words : kitten ; pure-bred ; birth weight ; neonatal mortality ; growth ; breed ; sex ; litter size ; season ; stillborn