



**HAL**  
open science

# Valeur prédictive de la session de tétée chez le chiot au cours des deux premiers jours de vie pour prédire la mortalité néonatale : étude expérimentale sur 794 chiots

Estelle Legendre

## ► To cite this version:

Estelle Legendre. Valeur prédictive de la session de tétée chez le chiot au cours des deux premiers jours de vie pour prédire la mortalité néonatale : étude expérimentale sur 794 chiots. Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04805058

**HAL Id: dumas-04805058**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04805058v1>

Submitted on 26 Nov 2024

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

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

# VALEUR PRÉDICTIVE DE LA SESSION DE TÉTÉE CHEZ LE CHIOT AU COURS DES DEUX PREMIERS JOURS DE VIE POUR PRÉDIRE LA MORTALITÉ NÉONATALE – ÉTUDE EXPÉRIMENTALE SUR 794 CHIOTS

---

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

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

**LEGENBRE Estelle**

**Directrice de thèse : Mme Hanna MILA**

---

**JURY**

PRESIDENT :

**M. Laurent-Xavier NOUVEL**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :

**Mme Hanna MILA**

**Mme Séverine BOULLIER**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

**M. Quentin GARRIGUES**

Docteur vétérinaire



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

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

**Directeur : Professeur Pierre SANS**

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

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

- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*

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

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie-Thérapeutique*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

## MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

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

## MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **COMBARROS Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie et gestion des entreprises vétérinaires agricoles*
- M. **FUSADE-BOYER**, *Microbiologie et infectiologie*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE GRAVERAND Quentin**, *Alimentation animale*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **OTAVIANO DO REGO Renato**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PIERRON Alix**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

## INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*
- Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique vétérinaire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Felipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*
- Mme **SAADA Chloé**, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

---

## REMERCIEMENTS

---

Aux membres du jury de thèse,

**A Monsieur Xavier NOUVEL,**  
Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
Pathologie de la reproduction

Qui m'a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse,  
*En témoignage de mon profond respect.*

**A Madame Hanna MILA,**  
Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
Elevage des carnivores domestiques,

Qui m'a confié ce sujet et guidé dans l'élaboration de ce travail,  
*Hommages respectueux.*

**A Madame le Professeur Séverine BOULLIER,**  
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de  
Toulouse,  
Immunologie générale et médicale

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

Au Docteur Quentin GARRIGUES, pour son aide précieuse et sa gentillesse.



---

## SOMMAIRE

---

Introduction .....	13
Synthèse bibliographique .....	15
I. Mortalité en élevage canin.....	15
A. Taux de mortalité .....	15
B. Cause de la mortalité .....	16
II. Evaluation de la prise colostrale.....	17
A. Dosage direct des immunoglobulines g sériques .....	17
B. Biomarqueurs sanguin de la prise colostrale .....	19
1. Protidémie totale.....	19
2. Activité enzymatique des GGT et des PAL.....	20
3. Test de turbidité .....	20
4. Dosage de l'immunocrite .....	21
5. Test de coagulation ou d'agglutination .....	22
C. Autres méthodes indirectes d'évaluation de la prise colostrale .....	23
1. Mesure de la glycémie.....	23
2. Mesure de la température rectale .....	24
3. Mesure du taux de croissance.....	24
4. Méthode de pesée-tétée-pesée.....	25
III. Conclusion .....	25
Etude expérimentale.....	27
I. Matériel et méthode.....	27
A. Contexte de l'étude .....	27
B. Collecte et saisi des données .....	27
C. Sélection des données.....	28
D. Analyse des données .....	30
II. Résultats.....	33
A. Description de la population obtenue.....	33



1. Nombre de chiots .....	33
2. Nombre de mesures .....	34
B. Facteurs de variation de la prise de poids lors d'une session de tétée - analyse univariée.....	36
1. Effet du format racial.....	37
2. Effet du sexe .....	38
3. Effet de la session .....	39
4. Effet du jour après la naissance .....	40
5. Effet de l'administration d'ocytocine .....	41
6. Effet de la taille de portée .....	42
7. Effet du poids de naissance .....	43
8. Conclusion .....	44
C. Facteurs de variation du pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée - analyse multivariée .....	45
D. Analyse de la mortalité.....	47
E. Taux de croissance : quel seuil ? .....	48
III. Discussion .....	50
A. Limites de l'étude .....	50
B. Résultats de l'étude.....	51
C. Usage de l'ocytocine .....	51
D. Prédiction de la mortalité .....	52
Conclusion .....	53
Bibliographie .....	55
Annexe 1 : Fiche de suivi complétée par l'éleveur .....	59
Annexe 2 : Tableau explicitant l'ensemble des variables recueillies avec leur taux de données manquantes .....	60
Annexe 3 : Effectif et poids de naissance des chiots en fonction de la race et du format .....	62
Annexe 4 : Valorisation scientifique.....	63

---

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : Interprétation du test de dépistage du déficit d'immunité passive chez le veau : Bovi-G (Source : Test rapide Immunité du veau (IgG) (kitvia.com))	17
Figure 2 : Interprétation du test SNAP Foal de dépistage du déficit d'immunité passive chez le poulain (Source : SNAP Foal IgG Test Package Insert (idexx.co.uk))	18
Figure 3 : Résultats négatif (à gauche) et positif (à droite) au test d'agglutination au latex chez le poulain (Source : Kent, Blackmore 1985)	23
Figure 4 : Distribution des prises de poids de chaque chiot pour chaque session de tétée.	29
Figure 5 : Diagramme de flux représentant la sélection réalisée sur la population de chiot.	34
Figure 6 : Diagramme de flux représentant la sélection réalisée sur les mesures de pesée-tétée-pesée disponibles pour cette étude.	34
Figure 7 : Proportion de mesures de poids disponibles en fonction de l'ordre de la session de tétée (n=1891 ; session 1 – première session de tétée enregistrée ; 8 – la dernière session de tétée enregistrée).	35
Figure 8 : Proportion de mesures de poids disponibles en fonction du jour de la pesée (n=1891).	36
Figure 9 : Prise de poids moyenne par chiot (en gramme) pour toutes les sessions de tétée enregistrées disponibles pour ce dernier, n=739.	37
Figure 10 : Prise de poids moyenne des chiots lors d'une session de tétée.	38
Figure 11 : Prise de poids moyenne des chiots selon leur sexe.	39
Figure 12 : Prise de poids selon l'ordre de la session de tétée (n = 260 ; données sur les trois premières sessions).	40
Figure 13 : Prise de poids moyenne des chiots, au cours des deux premiers jours de l'étude (n = 217).	41
Figure 14 : Prise de poids des chiots lors d'une session de tétée selon l'administration d'ocytocine chez la mère.	42
Figure 15 : Prise de poids des chiots lors d'une session de tétée selon la taille de la portée.	43

Figure 16 : Prise de poids des chiots lors d'une session de tétée selon le poids de naissance.	44
Figure 17 : Pourcentage de prise de poids des 739 chiots selon l'administration d'ocytocine chez la mère et selon le jour après la naissance.	46
Figure 18 : Taux de mortalité selon la catégorie de pourcentage de prise de poids des chiots dont la mère a reçu de l'ocytocine.	47
Figure 19 : Courbe « Receiver Operating Characteristic » de la mortalité selon la catégorie de prise de poids des chiots chez les chiennes ayant reçu d'ocytocine avant la session de tétée.	48
Figure 20 : Taux de mortalité selon le pourcentage de prise de poids des chiots dont la mère a reçu de l'ocytocine.	49

---

## *LISTE DES TABLEAUX*

---

Tableau 1 : Taux de mortalité en élevage canin dans différentes études.	15
Tableau 2 : Causes les plus fréquentes de décès d'un chiot durant de la période néonatale.	16
Tableau 3 : Récapitulatif des différentes méthodes d'évaluation de la prise colostrale chez les animaux domestiques	26
Tableau 4 : Définition des quartil de poids de naissance (en gramme) selon la race.	31



---

## INTRODUCTION

---

La mortalité néonatale est importante chez le chiot, environ 20% des chiots nés vivants meurent au cours des trois premières semaines de vie. La grande majorité de ces décès ont lieu entre la naissance et 7 jours (CHASTANT-MAILLARD ET AL. 2017). Une des causes principales de cette mortalité est un déficit de la prise colostrale.

Le colostrum est synthétisé quelques temps avant la mise bas et jusqu'à 48h après, puis il est remplacé progressivement par du lait. Sécrétion jaunâtre, épaisse et visqueuse, le colostrum est composé de tous les éléments nutritifs essentiels pour le chiot nouveau-né : protéines, lipides, lactose, minéraux et vitamines. Avec une valeur énergétique autour des 1800kcal/l, contre en moyenne 1500 kcal/L pour le lait (ADKINS ET AL. 2001), le colostrum est un élément apportant l'énergie nécessaire au chiot pour réaliser sa thermogénèse et sa croissance. Le colostrum se différencie du lait d'une part par son aspect mais aussi par sa richesse en protéines et notamment en immunoglobuline (Ig). Les Ig retrouvées dans le colostrum sont les IgG et les IgA principalement, ainsi que les IgM en faible quantité, avec respectivement des concentrations de  $17,9 \pm 2,7$  g/L, de  $13,3 \pm 1,9$  g/L et de  $0,6 \pm 0,08$  g/L (BERTIERI 2012).

Le colostrum joue donc plusieurs rôles clés, outre son aspect hautement énergétique et nutritif essentiel après la naissance, il permet une maturation du tube digestif du chiot ainsi qu'un transfert d'immunité passive.

Le chiot naît presque sans immunoglobulines (agammaglobulinémique), et il acquiert une immunité passive via l'ingestion du colostrum lors de son premier jour de vie. La perméabilité de l'intestin aux immunoglobulines a aussi son importance pour le transfert d'immunité passive. La fermeture de la barrière intestinale a lieu entre 12 et 16 heures de vie du chiot (CHASTANT-MAILLARD ET AL. 2012). Ainsi il est essentiel pour le chiot d'avoir accès aux mamelles de la chienne très rapidement après sa naissance.

La bonne prise colostrale est un indicateur précoce du risque de mortalité chez le chiot nouveau-né. Ainsi, cet ouvrage a pour objectif d'étudier une méthode précoce d'évaluation de la prise colostrale chez le chiot à la naissance. Dans une première partie, une synthèse bibliographique fera état des lieux de la mortalité présente en élevage canin et des méthodes préexistantes d'évaluation du transfert d'immunité passive et de la prise colostrale chez les animaux agammaglobulinémiques à la naissance. La seconde partie de ce manuscrit présentera les résultats de notre étude expérimentale portant sur l'évaluation de la méthode pesée-tétée-pesée pour prédire la mortalité néonatale chez le chiot nouveau-né.

---

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

### I. MORTALITE EN ELEVAGE CANIN

#### A. TAUX DE MORTALITE

La mortalité des jeunes en élevage canin est fréquente et elle varie selon les études entre 19% et 31% (Tableau 1). La plupart des décès ont lieu à la naissance (mortinatalité) et entre la naissance et 3 semaines d'âge (mortalité néonatale).

Etude	% de mortalité avant sevrage	Age lors du décès
(Nielen et al. 1998) 2 629 chiots	21,7% 2,2% mort-nés 10,2% mortalité néonatale 9,3% mortalité pédiatrique	0 à 7j : 73,9% 8 à 21j : 26,1%
(Gill 2001) 2 574 chiots	18,5% 7,0% de mort-nés	0 à 6j : 85,2% 7 à 42j : 14,8%
(Indrebø et al. 2007) 744 chiots	17,1% 10,5% mort-nés 6,5% mortalité néonatale	0 à 3j : 64% 4 à 7j : 19% 8 à 14j : 13% 15 à 21j : 4%
(Belin 2013) 2 288 chiots	22,8% 10,0% mort-nés 8,8% mortalité néonatale 4,0% mortalité pédiatrique	0 à 2j : 26,0% 3 à 7j : 43,6% 8 à 21j : 30,4%
(Mila et al. 2014) 195 chiots	31,3%	0 à 7j : 91,8%
(Mila et al. 2017) 367 chiots	23,4% 4,4% de mort-nés 19% mortalité néonatale	<24h : 14,3% 1 à 7j : 52,9%

Tableau 1 : Taux de mortalité en élevage canin dans différentes études.



## B. CAUSE DE LA MORTALITE

Parmi les causes de décès identifiées dans des différentes études, une grande majorité sont d'origine infectieuse (avec l'échec du transfert d'immunité passive comme cause sous-jacente) ou alimentaire (malnutrition) (Tableau 2).

Etude	% de mortalité néonatale	Causes identifiées
(Nielen et al. 1998) 2 629 chiots	10,2%	Inflammatoire : 9,9% Asphyxie : 9,3% Pneumonie : 5,3% Malnutrition : 4,6% Septicémie : 2,6%
(Gill 2001) 2 574 chiots		Asphyxie : 42,5% Fading puppy syndrome : 18,5% Comportement maternel inadapté : 4,2%
(Indrebø et al. 2007) 744 chiots	6,5%	Fading puppy syndrome : 20% Petit poids de naissance : 15% Ecrasement : 15% Malnutrition : 13% Diarrhées : 2% Convulsion : 2% Cardiopathie : 2%
(Belin 2013) 2 288 chiots	8,8%	Infectieuse : 20,4% Trauma : 15,3% Mise bas dystocique : 8,3% Agalactie : 4,1% Perte de poids : 0,6%

Tableau 2 : Causes les plus fréquentes de décès d'un chiot durant de la période néonatale.

En effet, l'étude réalisée par Mila et al en 2014 a mis en évidence une différence significative du taux sérique d'IgG à J2 entre les chiots morts durant la période néonatale et les chiots vivants, avec respectivement un taux plus faible de 172 mg/dL contre 669 mg/dL.

La prise de colostrum est donc essentielle pour la survie du nouveau-né afin de permettre un bon transfert d'immunité passive.

## II. EVALUATION DE LA PRISE COLOSTRALE

### A. DOSAGE DIRECT DES IMMUNOGLOBULINES G SERIQUES

Dans l'espèce bovine, la bonne prise colostrale du veau peut se confirmer en dosant directement les immunoglobulines dans le sérum. La méthode de référence dans cette espèce est l'immunodiffusion radiale. Cette méthode repose sur la formation de complexe anticorps-antigène ainsi que sur la formation d'un anneau de précipitation dans la gélose (LEVIEUX 1991). La concentration en immunoglobuline est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage obtenue via des solutions de concentration connue. Cependant, 72 heures sont nécessaires pour effectuer cette méthode, ne permettant donc pas un résultat rapide et une prise en charge précoce (MAILLARD, GUIN 2017).

Il existe également un test rapide (BOVI-G, Kitvia, Labarthe-Inard, France ; Figure 1) immunochromatographique permettant une détection semi-quantitative du taux d'IgG dans le sang total du veau, 24 à 48h après sa naissance. La valeur seuil de ce test est définie à 12 mg/mL (sensibilité : 97,7% ; spécificité : 92,4%), valeur correspondant à un transfert d'immunité colostrale correct.

IgG > 12 mg/ml: Transfert d'immunité optimal / Pas de carence en IgG



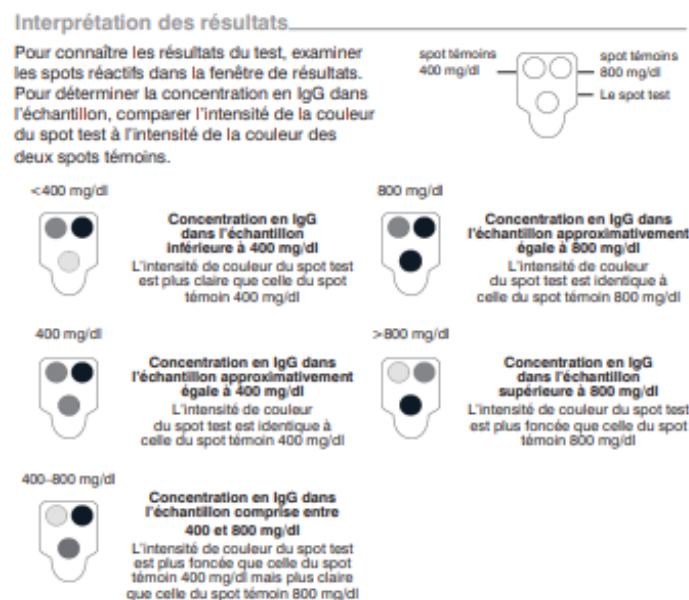
IgG < 12 mg/ml: Suspicion d'un manque partiel ou complet d'IgG



Figure 1 : Interprétation du test de dépistage du déficit d'immunité passive chez le veau : Bovi-G (Source : Test rapide Immunité du veau (IgG) (kitvia.com))

Chez le poulain, la méthode de l'immunodiffusion radiale simple est le gold-standard pour l'évaluation du transfert d'immunité passif. Avec cette méthode, le transfert d'immunité passif est défini comme correct lorsque le taux d'immunoglobuline sérique du poulain est supérieur ou égal à 800 mg/dL (MAGDESIAN 2017).

Un test SNAP (SNAP Foal IgG Test Kit) basé sur une méthode immunoenzymatique semi quantitatif a été développé au laboratoire Idexx (Wetherby, Royaume-Uni) pour l'espèce équine. Ce test permet de détecter les poulains avec un taux d'IgG inférieur à 800 et 400 mg/dL après 48 heures de vie. Le test peut s'effectuer avec du sang total ou du sérum et le résultat est obtenu en 7 min (Figure 2).



**Figure 2 : Interprétation du test SNAP Foal de dépistage du déficit d'immunité passive chez le poulain (Source : SNAP Foal IgG Test Package Insert (idexx.co.uk))**

Des études de sensibilité et de spécificité ont été réalisées. Premièrement en 2006, Metzger et al. ont obtenu des valeurs de sensibilité/spécificité de 90%/79% et 95%/52% respectivement pour les deux valeurs seuils de 400 et 800 mg/dL. Plus récemment, Sievert et al. (2022) ont obtenu, pour le seuil de 400 mg/dL une sensibilité de 89,4% et une spécificité de 83,0%. Pour le seuil de 800 md/dL la sensibilité était de 64,5% et la spécificité était de 94,7%.

Chez le chien, il n'existe pas à l'heure actuelle de tests rapides permettant d'évaluer le niveau d'IgG sérique obtenu suite à la prise colostrale. La seule méthode utilisée dans les études autour du transfert d'immunoglobulines chez le chiot est le test ELISA, réalisé chez les nouveau-nés à l'âge de 1-2 jours. Il a été montré, à l'aide de cette méthode, qu'en cas de déficit de la prise colostrale, définit chez le chiot comme la concentration sanguine en IgG inférieure à 2,3 g/L (sensibilité : 66,4% ; spécificité : 87,8%), le risque de la mortalité néonatale chez le chiot est plus important que chez les chiots avec une concentration supérieure à ce seuil : respectivement 44% contre 4,9% (MILA ET AL. 2014).

## B. BIOMARQUEURS SANGUIN DE LA PRISE COLOSTRALE

### *1. PROTIDEMIE TOTALE*

Les protéines totales sériques sont composées d'albumine et de globuline. Les protéines totales et l'albumine peuvent être dosées via un analyseur biochimique présent dans quasiment la totalité des établissements de soins vétérinaires, permettant ainsi d'obtenir le taux de globuline.

Selon R.Maillard et B.Guin (2017), les globulines et les IgG sont corrélés à 0.956, la mesure des globulines est donc un outil fiable pour évaluer la présence des IgG.

De la même manière, le taux d'IgG dans l'espèce équine est également corrélé à la protidémie totale (KASAP ET AL. 2019).

Sur le terrain, il est possible d'utiliser un réfractomètre optique ou numérique. R.Maillard et B.Guin (2017) ont montré une forte corrélation ( $r = 0,92$ ) entre la protidémie totale sérique mesurée par réfractométrie à 40/50 heures de vie et le taux d'IgG. Ainsi, un taux de protéine totale obtenue inférieure à 55-60 g/L est équivalent à une concentration en IgG inférieure à 16 g/L, avec une sensibilité de 100% et une spécificité de 93%.

En 2014, Deelen et al. ont montré une corrélation entre le pourcentage de Brix affiché par le réfractomètre et le taux d'immunoglobuline G sérique du veau ( $r = 0,93$ ). Ainsi, une valeur affichée inférieure à 8,4% permet de détecter un veau avec un taux d'immunoglobuline inférieur à 10 g/L et donc un veau avec un mauvais transfert de l'immunité, avec une sensibilité et une spécificité de 88,9%. Cette méthode est aussi utilisée chez le poulain. Un pourcentage de Brix inférieur à 24% (sensibilité : 92% ; spécificité : 98%) est synonyme d'un mauvais transfert d'immunité.

## *2. ACTIVITE ENZYMATIQUE DES GGT ET DES PAL*

La Gamma Glutamyl Transférase (GGT) est présente dans le colostrum en grande quantité. Elle est absorbée par le nouveau-né en même temps que les immunoglobulines. La concentration en GGT dans le sérum du veau est donc corrélée à la quantité de colostrum ingérée. La meilleure corrélation ( $r = 0.66$ ) est obtenue avec une prise de sang 40 à 50 heures après la naissance du veau (MAILLARD ET GUIN 2017). Le taux d'IgG du poulain est aussi corrélé à l'activité enzymatique des GGT (KASAP ET AL. 2019).

Chez les chiots nouveaux-nés l'activité enzymatique des Phosphatases Alcalines (PAL) et des GGT est aussi intimement liée à la quantité de colostrum ingérée, ce dernier étant riche en enzyme. Selon Center et al. (1991) un chiot ayant bu une quantité suffisante de colostrum présentera une activité des PAL à 3 845 U/L et une activité des GGT à 1 111 U/L contre, respectivement, environ 400 U/L pour les PAL et 0 U/L pour les GGT des chiots n'ayant pas pris de colostrum. En 2016, M.Mantelli a mis en évidence une corrélation entre le taux d'IgG à 48h et l'activité enzymatique des PAL ( $r = 0,482$ ) et des GGT ( $r = 0,687$ ).

## *3. TEST DE TURBIDITE*

Deux tests de turbidité sont utilisés pour évaluer le transfert passif d'immunité dans l'espèce bovine, grâce à leur bonne corrélation avec la concentration d'IgG sérique : le test au sulfite de sodium et le test au sulfate de zinc (TYLER ET AL. 1996).

Pour le test avec le sulfite de sodium, 0,1 mL de sérum est mélangé avec 1,9 mL d'une solution de sulfite de sodium concentrée à 14, 16 ou 18%. Les tubes sont incubés 15 minutes à 23°C avant l'évaluation de la turbidité.

Concernant le test utilisant du sulfate de zinc, 0,1 mL de sérum sont ajouté à 6 mL de solution concentrée à 208 mg/L. Suite à une incubation d'une heure à 23°C, la turbidité est évaluée.

L'interprétation de ces tests se fait de manière suivante : la turbidité est absente pour un taux d'IgG de 955 mg/dL via le test au sulfate de zinc, et présente pour un taux de 2,219 mg/dL (sensibilité : 100% ; spécificité : 52%). Avec le test au sulfite de sodium, la turbidité est absente lorsque le taux d'IgG est de 673 mg/dL ; elle est présente respectivement dès la solution à 14%, 16% ou 18% pour un taux de 1,250 mg/dL, 2,166 mg/dL ou 2,948 mg/dL avec une sensibilité de 85% et une spécificité de 87%.

Ces deux tests sont également utilisés dans l'espèce équine (METZGER ET AL. 2006).

Le taux d'IgG dans le sérum du poulain peut également être déterminer à l'aide de la mesure de la turbidité via un spectrophotomètre.

Une première mesure est réalisée avec juste du plasma dilué et deux solutions tampon. Une seconde mesure est effectuée après ajout d'un sérum contenant des anticorps anti-immunoglobuline G de cheval. Les résultats sont comparés à ceux obtenus par IDR, une corrélation négative a été mise en évidence. Plus le plasma est riche en immunoglobuline G, moins le pourcentage de turbidité est important. Cette méthode présente une sensibilité de 91,5% et une spécificité de 70,5% (McCUE 2007).

#### 4. DOSAGE DE L'IMMUNOCRITE

Une étude de Vallet et al. réalisée en 2013, s'est intéressée à une méthode simple et rapide de dosage des immunoglobulines dans l'espèce porcine : la mesure de l'immunocrite.

L'immunocrite est défini comme le rapport entre la longueur du précipité d'immunoglobuline divisé par la longueur totale du sérum. Le sérum ayant subi au préalable une dilution (50 µL de sulfate d'ammonium et 50 µL d'eau distillée) et une centrifugation (12 700G, 5 min) dans des microcapillaires utilisés habituellement pour l'obtention de l'hématocrite (VALLET ET AL. 2013).

Les résultats obtenus sont bien corrélés ( $r = 0.86$ ) avec ceux obtenus via une électrophorèse des protéines, méthode de référence pour le dosage des immunoglobulines.

## 5. TEST DE COAGULATION OU D'AGGLUTINATION

### Coagulation au glutaraldéhyde

Pour ce test une solution de glutaraldéhyde à 10% est utilisée. Mélangée au sérum elle permet une coagulation différentielle des différentes fractions protéiques contenues dans le sérum du poulain. La coagulation est évaluée sur 60 minutes, ce qui en fait une technique assez rapide. Ce test de coagulation est défini comme positif lorsqu'il y a apparition d'un gel solide. Plus le taux d'IgG est élevé, plus la coagulation se fait rapidement avec une sensibilité et une spécificité de 100% (KASAP ET AL. 2024) (Kasap et al. 2019).

### Agglutination au latex

Le test d'agglutination au latex est un test qualitatif permettant d'objectiver la présence d'IgG dans le sérum équin.

Le réactif est obtenu via une solution de latex concentrée à 30 mg/mL et une solution tampon de borate de sodium comme décrit chez Genung and Hsu (1978). Deux gouttes du réactif sont ajoutées à une goutte du sérum (préalablement dilué à 1 pour 200).

L'agglutination est ensuite observée suite à une agitation douce sur lame pendant 1 à 15 minutes. Une agglutination est observée à partir de 0,02 g/L d'IgG et elle est plus marquée à partir d'une concentration de 0,1 g/L (KENT, BLACKMORE 1985).

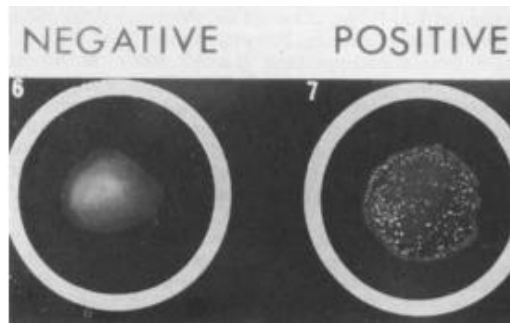


Figure 3 : Résultats négatif (à gauche) et positif (à droite) au test d'agglutination au latex chez le poulain (Source : Kent, Blackmore 1985)

## C. AUTRES METHODES INDIRECTES D'ÉVALUATION DE LA PRISE COLOSTRALE

### *1. MESURE DE LA GLYCEMIE*

Il est également possible de mesurer la glycémie, geste assez facilement réalisable par l'éleveur lui-même. Chez le veau, à 24h d'âge, une glycémie inférieure à 4,7 mmol/L (0.8 g/L) montre une mauvaise distribution du colostrum (AMIOT 2015).

Chez le chiot en bonne santé, sa glycémie reste constante autour de 88 mg/dL lors de la première semaine de vie (MOON, MASSAT, PASCOE 2001). Une valeur de glycémie à 24 heures d'âge inférieure à 92 mg/dL, dont la sensibilité est de 65% et la spécificité de 76,4%, est une glycémie avec un risque majoré de mortalité. Parmi les chiots avec une glycémie inférieure à ce seuil, 38,4% d'entre eux sont décédés avant le sevrage, contre seulement 9% des chiots avec une glycémie supérieure à 92 mg/dL à 24 heures de vie (MILA 2015).

La glycémie a été mesurée à l'aide d'un glucomètre portatif suite à une ponction sanguine à la veine auriculaire du chiot. Seulement une faible corrélation ( $r = 0,314$ ) entre la glycémie à 24 heures de vie et le taux d'immunoglobuline G à 2 jours d'âge a été mise en évidence. Aucune corrélation n'existe entre ce taux d'immunoglobuline G et la glycémie à 12 heures de vie ( $r = 0,175$ ) et à 48 heures de vie ( $r = 0,280$ ) (MANTELLI 2016).



## 2. MESURE DE LA TEMPERATURE RECTALE

Le colostrum apporte de l'énergie et il est également une source de réchauffement pour le nouveau-né. Une prise de la température est un geste non invasif et simple d'exécution pour l'éleveur.

Une température du veau inférieure à 39°C à 24h d'âge est signe d'un apport insuffisant en énergie et donc un apport insuffisant en colostrum (AMIOT 2015). Pour le porcelet, une température à 24 heures d'âge supérieure à 38°C est associée à un gain de poids notable du porcelet peut importe son poids à la naissance, compatible avec une bonne prise colostrale (LENEVEU ET AL. 2022).

## 3. MESURE DU TAUX DE CROISSANCE

Chez le porcelet, l'évaluation de la prise colostrale peut être réalisée via le gain de poids à 24h d'âge. Un seuil à 50g a été établi, en dessous duquel les porcelets ont tendance à avoir un taux d'IgG inférieur à 20 mg/mL ; ce dernier étant défini, comme la valeur seuil pour un transfert correct d'immunité passive (LENEVEU 2019) (LE DIVIDICH 2006).

Le colostrum étant également une source d'énergie, la bonne croissance du chiot reflète une bonne prise du colostrum.

La prise colostrale, peut être évaluée indirectement via le taux de croissance du chiot. Il existe en effet une corrélation positive entre la croissance du chiot et son taux sérique d'IgG à 2 jours d'âge. Le taux de croissance au cours des deux premiers jours de vie inférieur à 2,7% permettait la détection d'un déficit en transfert d'immunité passive (IgG sérique < 2,3 g/L) dans 87 à 96% des cas (MILA ET AL. 2018).

#### 4. METHODE DE PESEE-TETEE-PESEE

La méthode de pesée-tétée-pesée consiste à peser le nouveau-né, le faire téter pendant une durée plus ou moins définie, puis à le peser de nouveau dans les mêmes conditions que la première pesée.

Cette méthode a été utilisée en 1973 (*LE NEINDRE, DUBROEUQ 1973*) afin d'estimer la production laitière des vaches allaitante. En 2007, Nancy M. Hurst a utilisé cette méthode en médecine humaine afin d'étudier la lactogénèse des femmes allaitantes. Cette étude a mis en évidence que la lactogénèse de la femme n'était pas optimale si, lors de la tétée à 60 heures de vie, le nourrisson n'avait pas une prise de poids d'au moins 9,2 grammes (*HURST 2007*).

Cette méthode n'a pas été de nouveau étudiée depuis. Aucune étude n'a utilisé cette méthode pour étudier la santé du nouveau-né juste après sa naissance, et aucune corrélation avec le taux d'IgG n'a été mise en évidence.

### III. CONCLUSION

La partie bibliographique de cette thèse a permis de mettre en évidence que des nombreuses méthodes existantes pour évaluer la prise colostrale chez les animaux domestiques (Tableau 3). Certaines méthodes permettent de doser les immunoglobulines, ou d'autres biomarqueurs de l'immunité passive. D'autres encore évoluent la prise colostrale dans sa globalité. Certains tests sont réalisables dans les conditions d'élevage, d'autres au sein des établissement de soins vétérinaires, d'autres encore sont possibles uniquement dans les conditions de laboratoire. Quel que soit la méthode, aucune n'a été démontrée fiable pour évaluer le risque d'échec de la prise colostrale avant la fermeture de la barrière intestinale du nouveau-né, soit avant 24 heures de vie. Dans la prochaine partie de ce manuscrit, nous allons réaliser une étude expérimentale chez le chiot nouveau-né afin d'évaluer si la méthode de pesée-tétée-pesée permet de prédire le risque de mortalité néonatale.

	Méthode	Espèces cibles	Avantages/inconvénients
Dosage direct des IgG sériques	Dosage direct des Ig (IDR, électrophorèse)	Bovine, Equine, Canine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Spécifique</li> <li>- Résultat tardif</li> </ul>
	Test SNAP	Bovine, Equine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Résultat rapide</li> <li>✓ Bonnes sensibilité et spécificité</li> <li>✓ Facilement disponible</li> </ul>
Marqueurs sanguins	Dosage des protéines totales (automate, réfractomètre optique)	Bovine, Equine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facilement disponible</li> <li>✓ Résultat rapide</li> <li>✓ Bonne sensibilité et spécificité</li> </ul>
	Mesure de l'activité enzymatique	Bovine, Equine, Canine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facilement disponible</li> </ul>
	Test de turbidité	Bovine, Equine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bonne sensibilité et spécificité</li> <li>- Peu disponible</li> </ul>
	Dosage de l'immunocrite	Porcine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Simple et rapide</li> <li>✓ Disponible</li> </ul>
	Test de coagulation ou d'agglutination	Equine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bonne sensibilité et spécificité</li> <li>✓ Résultat rapide</li> <li>- Peu disponible</li> </ul>
Autres méthodes	Mesure de la glycémie	Bovine, Canine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facile</li> <li>✓ Très disponible</li> <li>- Faible corrélation</li> </ul>
	Mesure de la température rectale	Bovine, Porcine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Très facile</li> <li>✓ Très disponible</li> <li>- Biais possibles</li> </ul>
	Taux de croissance	Porcine, Canine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facile</li> <li>✓ Bonne sensibilité et spécificité</li> <li>- Résultat tardif (48h)</li> </ul>
	Pesée-tétée-pesée	Bovine, Humaine	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Facile</li> <li>- Utilisée pour estimer la production laitière</li> </ul>

Tableau 3 : Récapitulatif des différentes méthodes d'évaluation de la prise colostrale chez les animaux domestiques

---

## *ETUDE EXPERIMENTALE*

---

### I. MATERIEL ET METHODE

#### A. CONTEXTE DE L'ETUDE

Nous avons vu précédemment que plusieurs éléments influençaient la prise colostrale chez le chiot comme notamment la qualité du colostrum ainsi que le délai entre la naissance et son ingestion par le chiot. Un autre facteur important est la quantité de colostrum ingérée lors des deux premiers jours de vie. En effet, la prise de poids au cours de cette période reflète bien la prise colostrale, cependant, une fois le déficit identifié, aucune solution ne peut être proposée pour l'améliorer. Aucune étude ne s'est encore penchée sur une identification plus précoce de ce déficit de la prise colostrale. Ainsi, l'objectif de cette étude expérimentale est d'évaluer la quantité de colostrum ingérée par le chiot lors d'une session de tétée dans les premiers jours après la naissance, et son impact sur la mortalité néonatale.

Dans la suite de ce manuscrit, nous nous interrogerons sur l'existence de facteurs influençant le gain de poids chez le chiot lors des premières sessions de tétée. Ce gain influence-t-il le taux de mortalité 0-21 jours ? Quel serait la valeur seuil pour distinguer la population à risque accru de mortalité selon le gain de poids par session de tétée ?

#### B. COLLECTE ET SAISI DES DONNEES

Cette étude a été menée sur les données issues d'une population de 121 portées d'un même élevage canin. L'ensemble des chiennes ont un même suivi médical avec une vaccination annuelle, un même traitement antiparasitaire et un même régime alimentaire.

Les chiots et les mères provenaient de 3 formats raciaux : le format « L » pour les femelles reproductrices pesant plus de 25 kg à l'âge adulte, le format « M » pour les femelles pesant entre 10 et 25 kg, et le format « S » pour les femelles pesant moins de 10 kg.

Pendant la période de l'étude, les chiots ont été mis à la mamelle pendant 15 minutes, par les employés de l'élevage plusieurs fois par jour entre la naissance (défini comme J0) et deux jours d'âge (défini comme J2). Immédiatement avant et après chaque session de tétée contrôlée de cette manière, les chiots ont été pesés à l'aide d'une balance avec une précision de 1 gramme. On définit ainsi le gain de poids par la différence de pesée entre avant et après la session de tétée.

En parallèle, les données suivantes ont été enregistrées sur chaque portée incluse : la race de la chienne ; le numéro d'identification de la chienne ; la date de mise bas ; le nombre de chiots par portée ; le sexe des chiots ; le jour et la date de chaque pesée ; ainsi que l'utilisation d'ocytocine sur la chienne avant la session de tétée. Sont également indiqués les chiots morts durant la période néonatale.

L'ensemble des chiots n'a pas été pesé systématiquement sur la durée de l'étude. Ainsi, le nombre de sessions de tétée et leur date varient entre les chiots et les différentes portées.

Les données concernant les chiots ainsi que les mesures de poids réalisées ont été enregistrées manuellement par les employés de l'élevage dans un tableau (des feuilles en papier ; voir annexe n°1) qui nous a été ensuite transmis.

Les 118 fiches de suivi mises à disposition par l'éleveur ont ensuite été rentrées manuellement dans un tableau Excel (Microsoft®, Albuquerque, Nouveau-Mexique). Une vérification des données a ensuite été réalisée afin d'éliminer les potentielles erreurs de saisie.

### C. SELECTION DES DONNEES

Une sélection des données a ensuite été réalisée : sont écartés de l'étude tous les chiots morts-nés ainsi que tous ceux dont la date de naissance est inconnue.

Une distribution des prises de poids pour chaque chiot, pour toutes les sessions de tétées a permis de mettre en évidence la présence de valeurs extrêmes (Figure 4). Ainsi, ces valeurs non atteignables physiologiquement ont été considérées comme des erreurs de saisie et écartées. Théoriquement, la capacité stomacale des chiots est de 5% de leur poids (LAWLER 2008). Nous nous autorisons à prendre au maximum deux fois cette valeur, soit une prise de poids d'au maximum +10% par session de tétée.

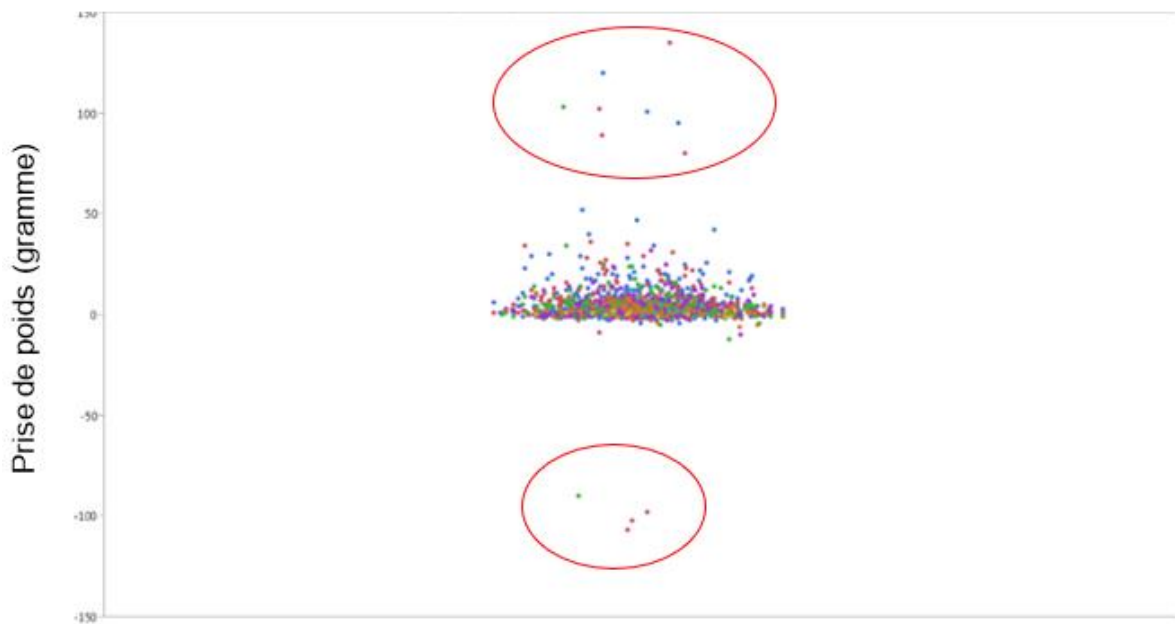


Figure 4 : Distribution des prises de poids de chaque chiot pour chaque session de tétée.

Les cercles rouges représentent les valeurs considérées comme aberrantes

## D. ANALYSE DES DONNEES

L'ensemble des variables recueillies avec leur taux de données manquantes ont été présentées dans l'annexe 2. Certaines variables ont été transformées en variables catégorielles selon le format racial, selon les quartiles définis pour la population étudiée

Les tailles de portées sont définies en quartile selon le format avec :

- Pour le format S
  - Q1 si  $< 5$
  - Q2-3 s'il y a 5 ou 6 chiots
  - Q4 si  $> 6$
  
- Pour le format M
  - Q1 si  $< 6$
  - Q2-3 s'il y a 6 à 8 chiots
  - Q4 si  $> 8$
  
- Pour le format L
  - Q1 si  $< 7$
  - Q2-3 s'il y a 7 à 9 chiots
  - Q4 si  $> 9$

Les poids de naissance sont définis en quartile selon chaque race (Tableau 4).

Race	Q1	Q2-3	Q4
B.All	<426	426-541	>541
B.Aus	<325	325-426	>426
BBS	<389	389-498	>498
Bouvier	<406	406-499	>499
Boxer	<393	393-487	>487
Dalmatien	<296	296-396	>396
Golden	<336	336-425	>425
Labrador	<364	364-455	>455
Montagne	<464	464-566	>566
Beagle	<204	204-415	>415
Bichon	<203	203-415	>415
Caniche	<204	204-415	>415
CKC	<204	204-416	>416
Cocker	<203	203-415	>415
Jack Russel	<205	205-417	>417
Lhassa	<204	204-416	>416
Shetland	<204	204-416	>416
Shih tzu	<204	204-415	>415
Spitz	<205	205-417	>417
Westie	<206	206-417	>417
York	<208	208-416	>416

Tableau 4 : Définition des quartiles de poids de naissance (en gramme) selon la race. B.All = Berger Allemand, B.Aus = Berger Australien.

Les données ont ensuite été analysées via des moyennes puis représentées par des box-plot via les logiciels JMP (SAS Institute Inc.®, Cary, USA) et R (R Core Team, Auckland, Nouvelle-Zélande) ou des histogrammes via Excel. Les tests statistiques correspondant ont été réalisés via le logiciel R et le site internet « BiostatTGV » (<https://biostatgv.sentiweb.fr/>), le seuil de la p-value a été fixé à 0,05.



Dans un premier temps, des analyses univariées ont été réalisées afin d'étudier le lien entre la prise de poids lors d'une session de tétée et les différents facteurs enregistrés. Les différences sur la prise de poids lors d'une session de tétée selon le format racial, la taille de la portée, le poids de naissance, le sexe, et l'administration d'ocytocine sur la prise de poids ont été étudiés à l'aide du test ANOVA et du test de Student. Afin de déterminer si la session de tétée avait un effet sur la prise de poids des chiots, le test ANOVA de Friedman a été utilisé. Pour évaluer l'effet de l'âge (jour après la naissance) sur la prise de poids chez le chiot, nous avons eu recours au test des rangs signés de Wilcoxon.

Ces analyses univariées nous ont permis de sélectionner les variables à inclure dans le modèle multivarié. L'effet du format racial étant significatif, la variable expliquée (prise de poids, en gramme) a été transformée en pourcentage de prise de poids pour la suite des analyses, comme exprimée dans la formule suivante : pourcentage de prise de poids =  $100 * (\text{prise de poids lors de la session de tétée} / \text{poids de naissance})$ .

Les analyses multivariées, réalisées via le logiciel R avec les packages R « readxl » et « LmerTest », avait pour objectif d'étudier l'effet des variables présélectionnées sur le pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée. Plusieurs modèles statistiques ont été comparés. Le modèle suivant a été retenu suite aux résultats du critère d'information d'Akaike (AIC) (le résultat d'AIC du modèle le plus faible) : pourcentage de prise de poids ~ jour + ocytocine + poids de naissance + (jour\*ocytocine) + (1|idchienne/idchiot)

Le lien entre la mortalité néonatale (mort/vivant) et le pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée a été évalué à l'aide des packages R « readxl » et « LmerTest » du logiciel R. Le pourcentage de prise de poids utilisé dans ce modèle représentait la moyenne pour chaque chiot de toutes les sessions de tétée disponibles. Une classification en catégorie de prise de poids a été réalisée : < 0% ; 0% à 0,5% ; 0,5% à 1% ; et > 1%. Le modèle final était le suivant : Mortalité ~ catégorie de prise de poids. Ce modèle a été utilisé pour nos deux sous populations : les chiots issus d'une chienne ayant reçu de l'ocytocine avant la session de tétée et les chiots issues d'une chienne n'en ayant pas reçu.

Ensuite, des courbes ROC, séparément pour les chiots dont les mères ont reçu de l'ocytocine ou pas, ont été dessinées pour évaluer s'il existe une valeur seuil permettant distinguer les chiots à risque élevé de mortalité néonatale selon le pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée. Les courbes ROC ont été réalisées à l'aide du site « DataTab » (<https://datatab.net/>). Si la AUC du courbe ROC était  $> 0,75$ , la valeur seuil a été calculée utilisant le logiciel R et le package « pROC ».

## II. RESULTATS

### A. DESCRIPTION DE LA POPULATION OBTENUE

#### *1. NOMBRE DE CHIOTS*

Au total, les données collectées sur 794 chiots (Figure 5) en provenance de 121 portées ont été analysées dans notre étude (Annexe 3). Le nombre moyen de chiots inclus par portée était de  $7,82 \pm 2,23$ . Les chiots de grand format racial représentent 55,67% (442/794) de notre population contre 21,91% (174/794) pour les chiots de format M, et 22,42% (178/794) pour les chiots de petit format racial. Le poids de naissance moyen était de  $405,64 \text{ g} \pm 82,93 \text{ g}$  pour les chiots de grand format,  $355,13 \text{ g} \pm 74,63 \text{ g}$  pour les chiots de format M, et  $187,70 \text{ g} \pm 38,57 \text{ g}$  pour les chiots de petit format. Au sein de notre population, le sex ratio était de 49,24% de mâle, et 50,25% de femelle. Le taux de mortalité néonatale était de 5,42% (43/794).

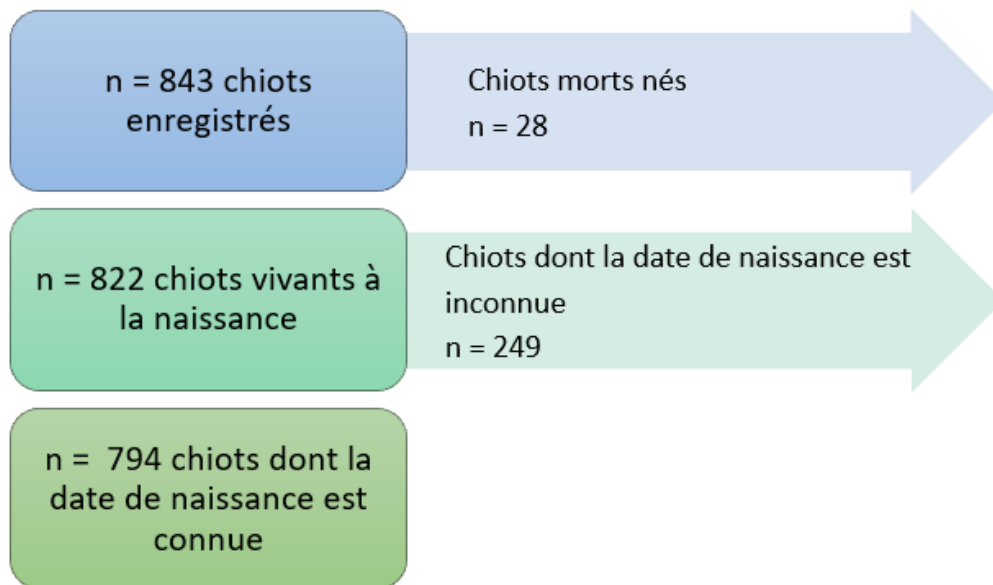


Figure 5 : Diagramme de flux représentant la sélection réalisée sur la population de chiot.

## 2. NOMBRE DE MESURES

La population étudiée de 794 chiots a généré 2 322 mesures de prise de poids lors des sessions pesée-tétée-pesée (Figure 6).

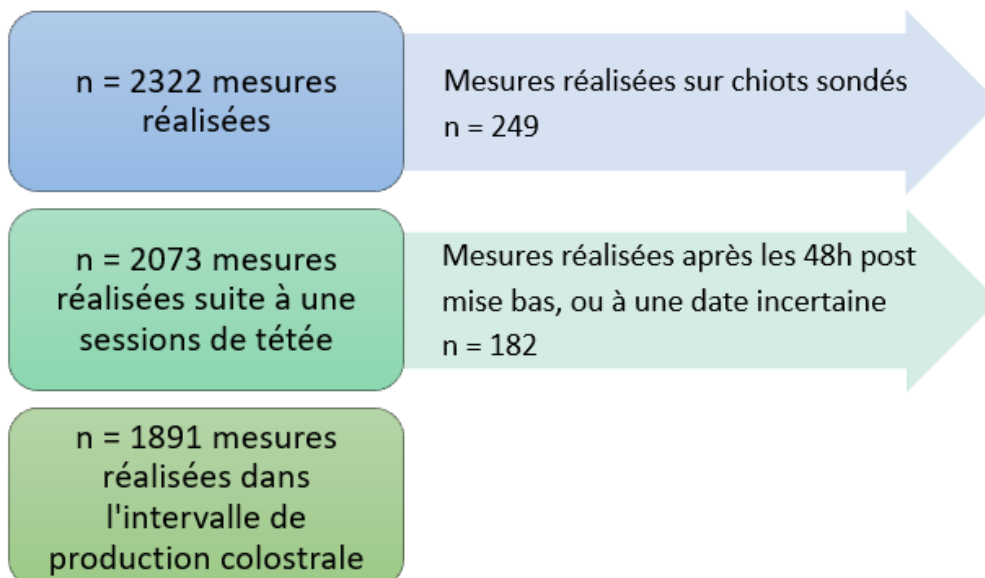
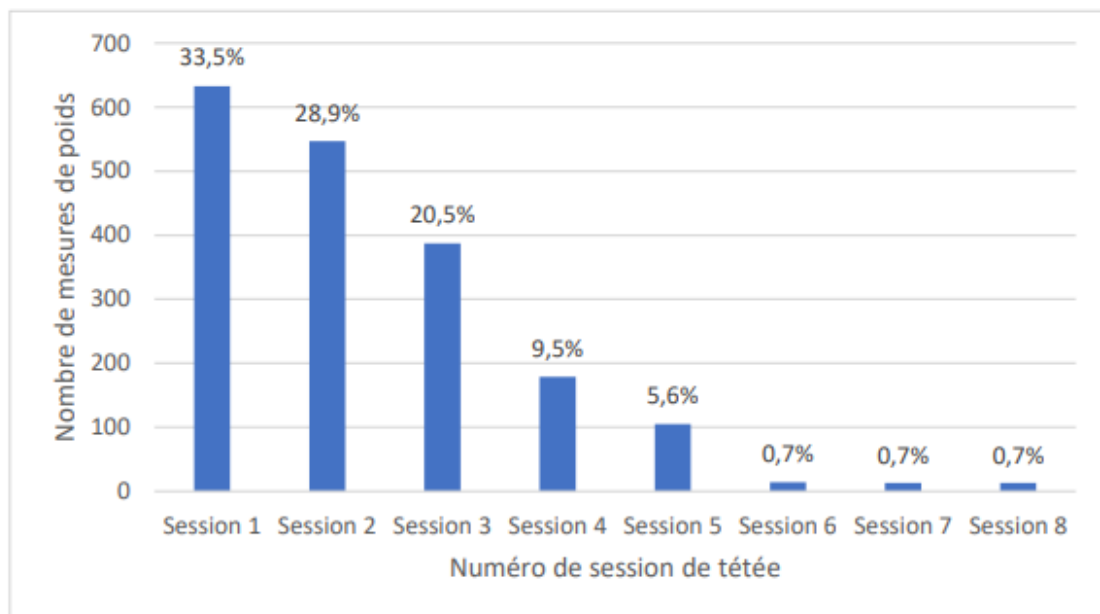


Figure 6 : Diagramme de flux représentant la sélection réalisée sur les mesures de pesée-tétée-pesée disponibles pour cette étude.

Le nombre de mesures disponibles variaient entre 1 et 8 avec une moyenne de  $2,4 \pm 1,3$  par chiot. La majorité des mesures étaient disponibles pour les trois premières sessions de tétée avec respectivement 33,5% (633/1891) pour la première, 28,9% (546/1891) pour la seconde et 20,5% (388/1891) pour la troisième (Figure 7).

Les mesures ont été enregistrées aux différents jours après la naissance, avec une majorité de mesures disponible pour le J1 (49,2% ; 930/1891), contre 31,7% (599/1891) pour le J0 et 19,1% (362/1891) pour le J2 (Figure 8).



*Figure 7 : Proportion de mesures de poids disponibles en fonction de l'ordre de la session de tétée (n=1891 ; session 1 – première session de tétée enregistrée ; 8 – la dernière session de tétée enregistrée).*

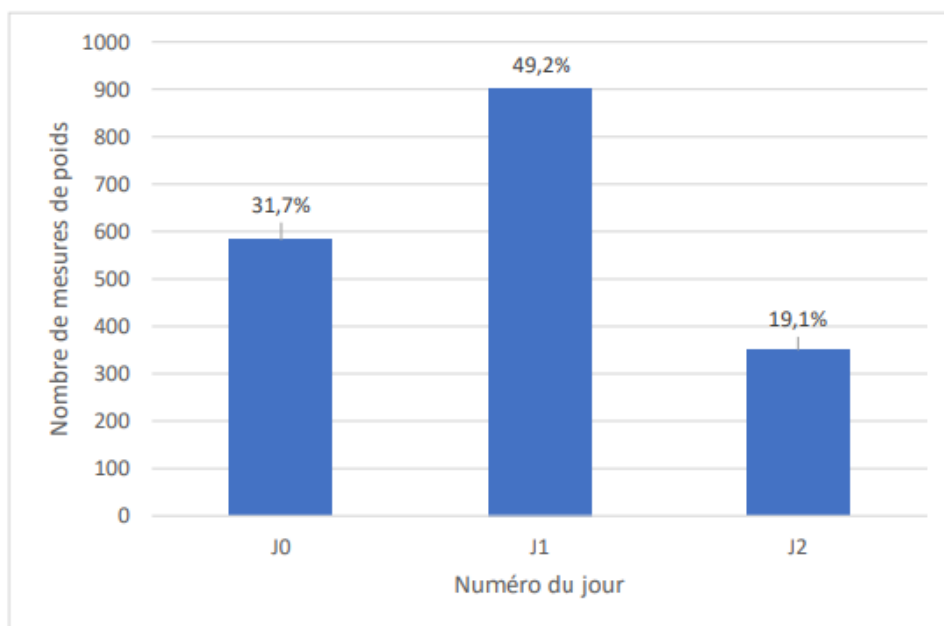


Figure 8 : Proportion de mesures de poids disponibles en fonction du jour de la pesée (n=1891).

Suite à l'exclusion de certaines mesures, plusieurs chiots, au préalable admis dans notre population, se sont retrouvés sans mesures. Ainsi, dans la suite de ce manuscrit, l'effectif total des chiots est de 739.

## B. FACTEURS DE VARIATION DE LA PRISE DE POIDS LORS D'UNE SESSION DE TETEE - ANALYSE UNIVARIEE

Lors d'une session de tétée, un chiot a présenté une prise de poids allant de -4g à +28,5g avec une médiane à 2,5g (Figure 9). Au total, 87,2% des chiots (645/739) avaient une prise de poids incluse entre 0 et 10g. 7,8% (58/739) des chiots présentaient une prise de poids de 10 à 28,5g. Et, 5,0% (37/739) des chiots présentaient une perte de poids allant jusqu'à - 4g.

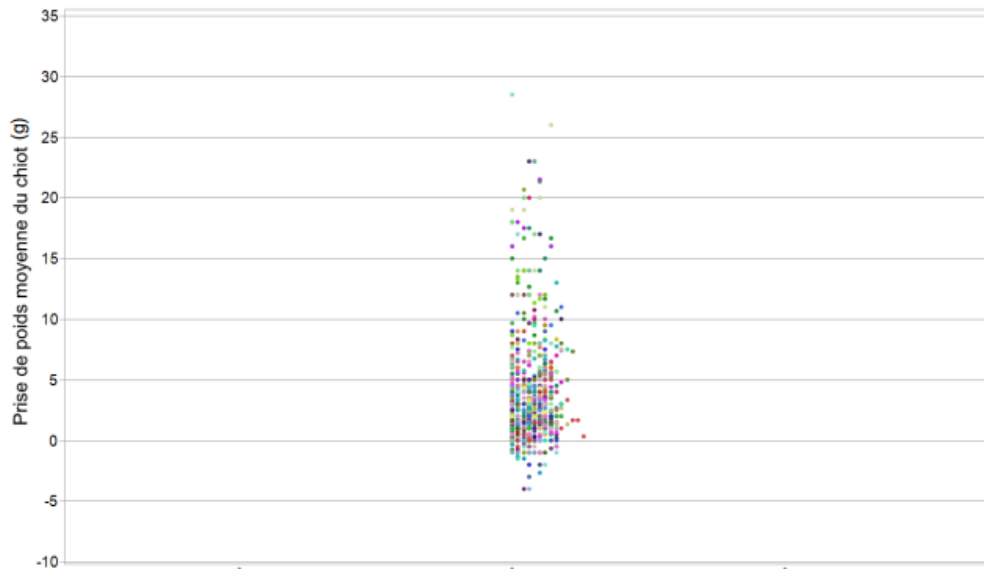
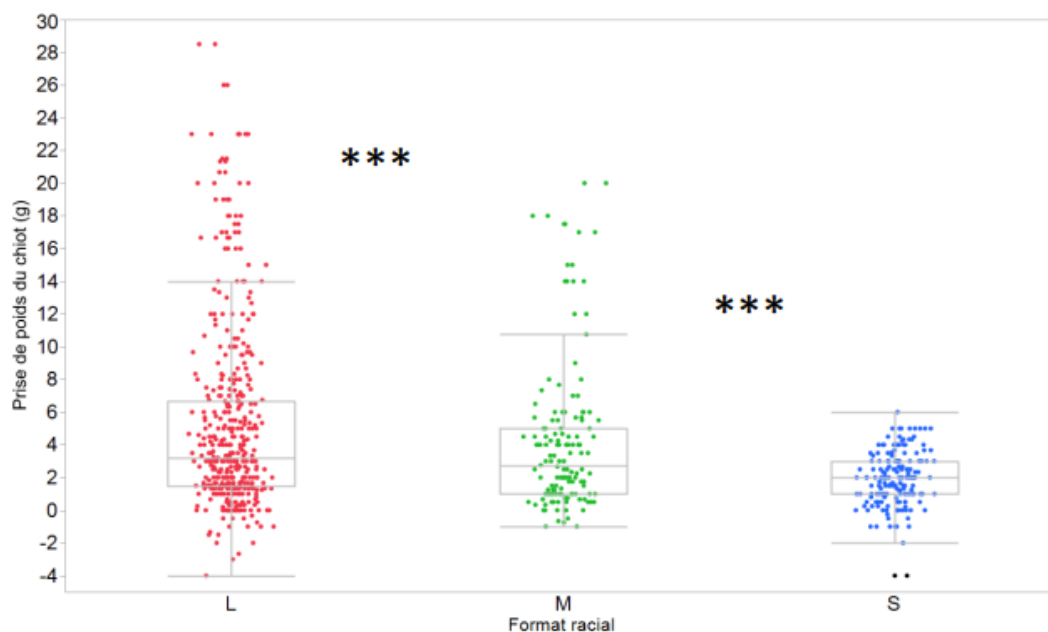


Figure 9 : Prise de poids moyenne par chiot (en gramme) pour toutes les sessions de tétée enregistrées disponibles pour ce dernier, n=739.

Dans la suite de notre étude expérimentale, nous allons étudier différents facteurs qui pourraient être responsable de cette variation de prise de poids entre les chiots.

### 1. EFFET DU FORMAT RACIAL

D'après l'analyse statistique, le format racial influence la prise de poids des chiots lors d'une session de tétée de manière significative  $p < 0,001$ . La médiane de prise de poids des chiots de grand format était de 3,2g contre 2,7g pour les chiots de format moyen et 2,0g pour ceux de petit format (Figure 10)



**Figure 10 : Prise de poids moyenne des chiots lors d'une session de tétée.** S - chiots de petite taille (n = 177), M - chiots de taille moyenne (n = 167), et L - chiots de grande taille (n = 395). De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale. L'astérisque correspondent à une différence significative entre les formats raciaux (\*\*\*) si p-value < 0,001).

## 2. EFFET DU SEXE

Aucune différence significative entre les chiots mâles et femelles n'a été mise en évidence sur la prise de poids moyenne des chiots sur l'ensemble des sessions. Les chiots mâles prenaient 3,7g contre 3,3g pour les femelles (p = 0,11 ; Figure 11).

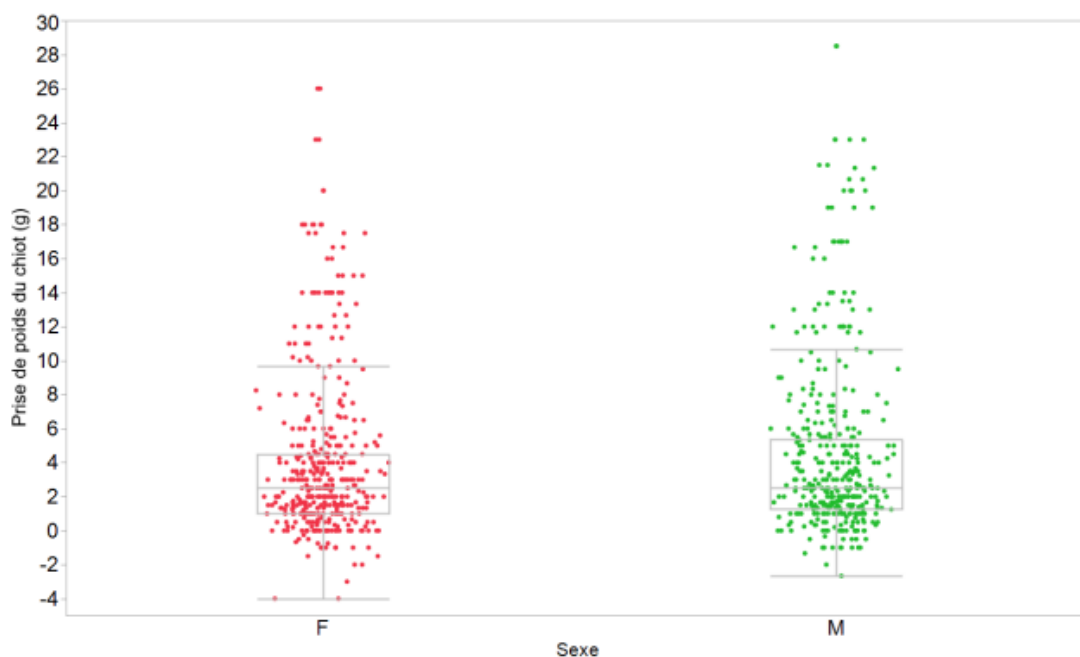


Figure 11 : Prise de poids moyenne des chiots selon leur sexe. F - chiots femelles (n = 375), M - chiots mâles (n = 361). De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale.

### 3. EFFET DE LA SESSION

Au vu du nombre de mesures essentiellement réparties entre les trois premières sessions de tétée (et donc pour des raisons de faisabilité du test statistique), l'étude de ce facteur n'a pu être réalisée uniquement pour les sessions 1, 2 et 3. Ainsi, seuls les 260 chiots (33% ; 260/739) dont une valeur était disponible sur les trois premières sessions ont été inclus. Aucune différence significative n'était observée sur la valeur de la prise de poids entre les trois premières sessions de tétée ( $p = 0,15$ ), la valeur médiane de prise de poids lors de ces 3 sessions était de 2g (Figure 12).



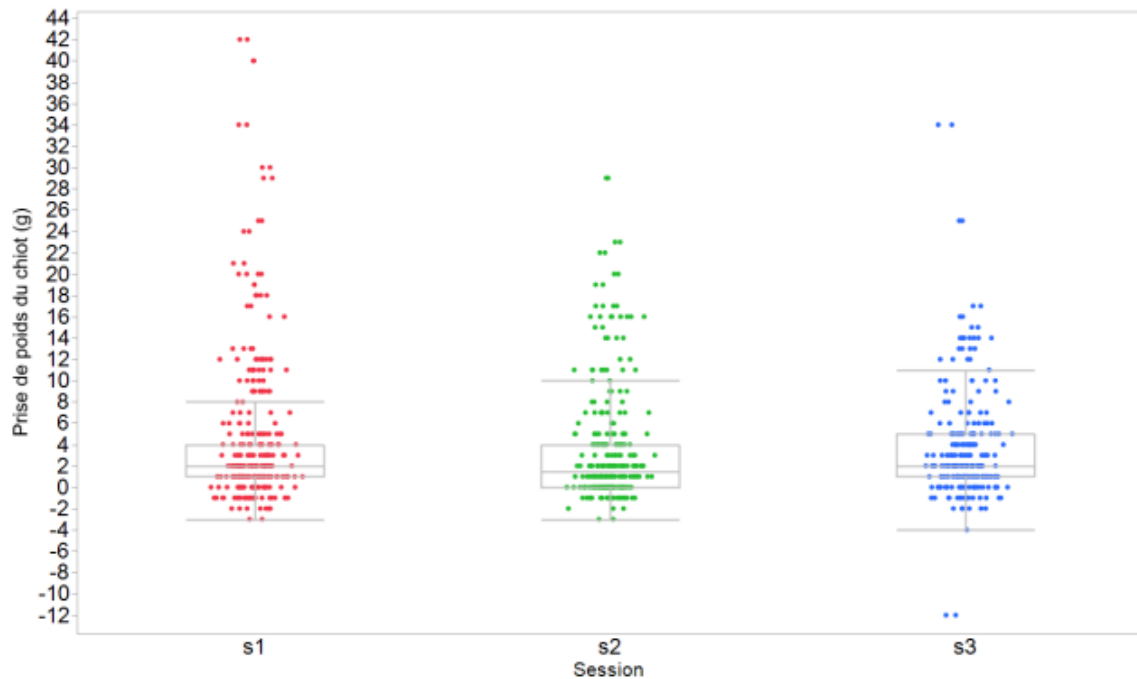
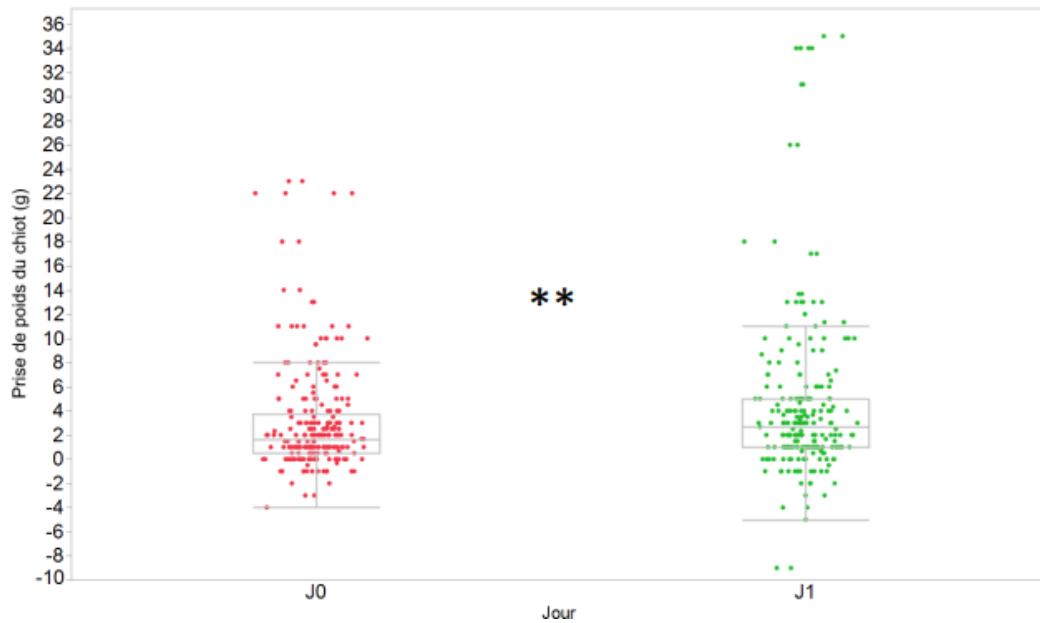


Figure 12 : Prise de poids selon l'ordre de la session de tétée (n = 260 ; données sur les trois premières sessions). De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale.

#### 4. EFFET DU JOUR APRES LA NAISSANCE

Afin de pouvoir utiliser le test statistique des rangs signés de Wilcoxon, une sélection des 217 chiots (27% ; 217/739) dont les mesures étaient disponibles pour J0 et J1 a été réalisée. Ces chiots prenaient significativement plus de poids pour le jour J1 que le jour J0. En effet, à J0, la prise de poids médiane était de 1,7g versus 2,7g pour J1 ( $p = 0,007$  ; Figure 13).



**Figure 13 : Prise de poids moyenne des chiots, au cours des deux premiers jours de l'étude (n = 217).** De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale. L'astérisque correspondent à une différence significative entre les jours (\*\* si p-value comprise entre 0,01 et 0,001).

##### 5. EFFET DE L'ADMINISTRATION D'OCYTOCINE

L'analyse statistique a mis en évidence une différence significative sur la prise de poids lors d'une session de tétée selon l'administration ou non d'ocytocine chez la mère ( $p < 0,001$ ). La médiane de prise de poids des chiots dont la mère a reçu de l'ocytocine était de 3,0g contre 2,0g pour les chiots dont la mère n'en a pas reçu (Figure 14).

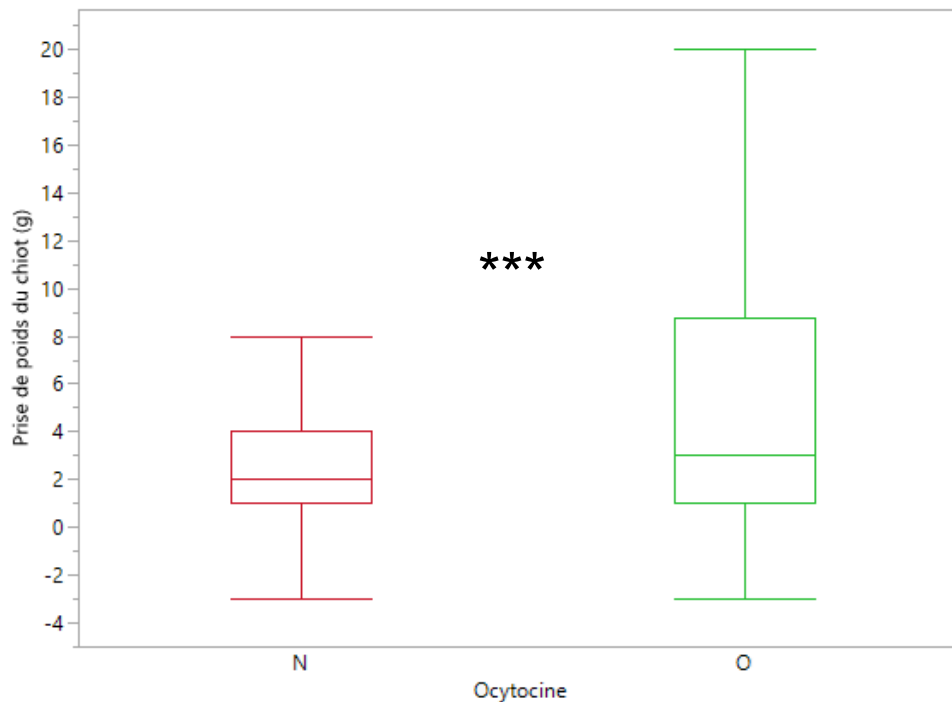
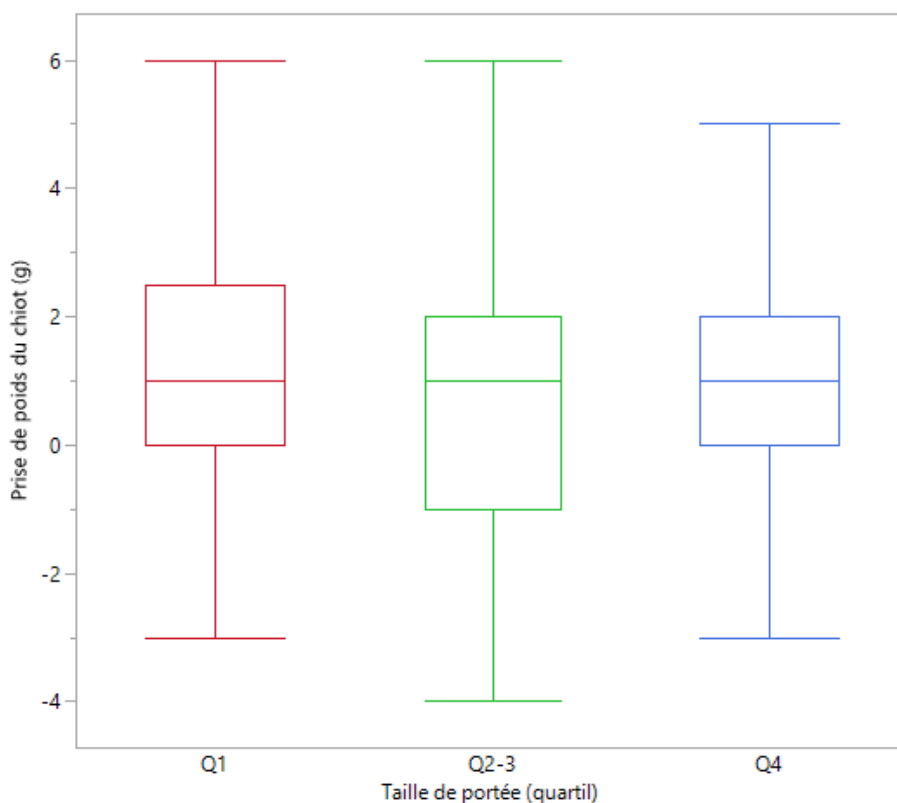


Figure 14 : Prise de poids des chiots lors d'une session de tétée selon l'administration d'ocytocine chez la mère. N - prises de poids sans ocytocine (en rouge ; n = 1594), O - prises de poids avec ocytocine (en vert ; n = 240). De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale. L'astérisque correspondent à une différence significative entre les formats raciaux (\*\*\*) si p-value < 0,001).

## 6. EFFET DE LA TAILLE DE PORTEE

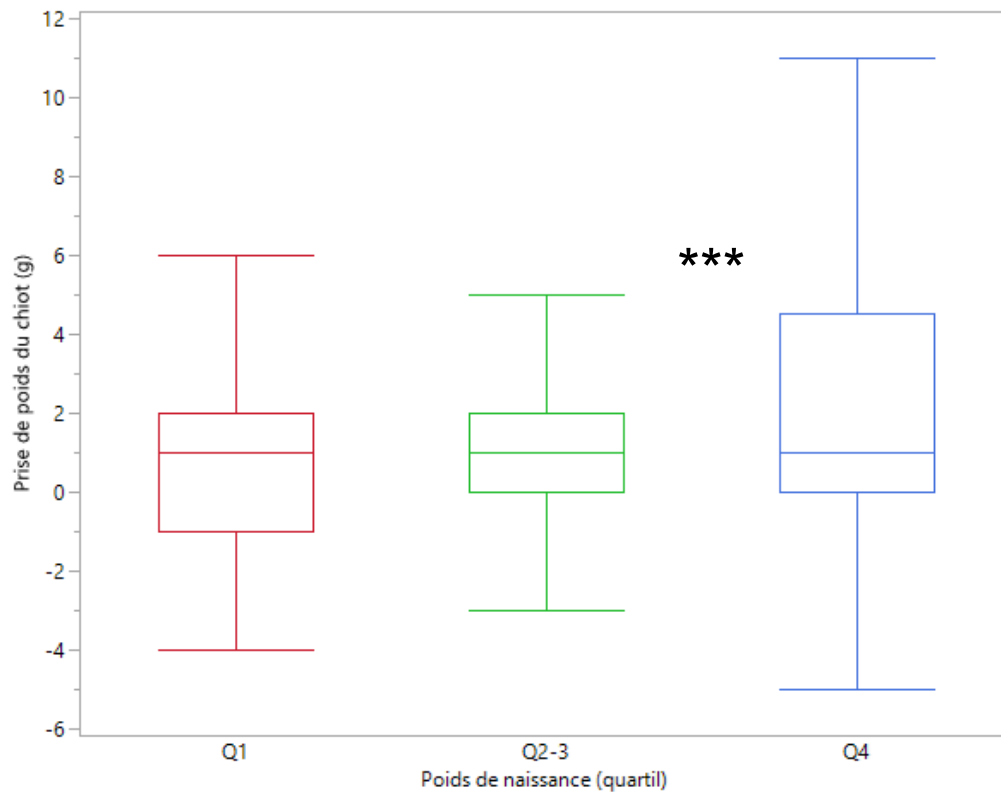
La prise de poids des chiots lors d'une session de tétée n'est pas influencée par la taille de la portée (p = 0,08). En effet, peu importe la taille de portée dont ils sont issus, les chiots ont une valeur médiane de prise de poids de 1g lors d'une session de tétée (Figure 15).



***Figure 15 : Prise de poids des chiots lors d'une session de tétée selon la taille de la portée.*** Q1 - chiots issus d'une petite portée (en rouge ; n = 105) , Q2-3 - chiots issus d'une portée de taille moyenne (en vert ; n = 368), Q4 - chiots issus d'une grande portée (en bleu ; n = 266). De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale.

## 7. EFFET DU POIDS DE NAISSANCE

L'analyse statistique a mis en évidence une différence significative sur la prise de poids lors d'une session de tétée selon le poids de naissance ( $p < 0,001$ ). Les chiots ayant un petit poids de naissance (Q1) ont une prise de poids moyenne de 0,8g contre 1,3g pour les chiots de la catégorie Q2-3 et 3,5g pour ceux de la catégorie Q4 (Figure 16).



**Figure 16 : Prise de poids des chiots lors d'une session de tétée selon le poids de naissance.** Q1 - chiots nés avec un petit poids de naissance (en rouge ; n = 214) , Q2-3 - chiots nés avec un poids moyen (en vert ; n = 306), Q4 - chiots avec un poids de naissance supérieur (en bleu ; n = 105). De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale. L'astérisque correspondent à une différence significative entre les poids de naissance (\*\*\*) si p-value < 0,001).

## 8. CONCLUSION

D'après les analyses univariées, la prise de poids d'un chiot au cours d'une session de tétée du colostrum est donc influencée par le format racial, le jour, l'administration d'ocytocine et le poids de naissance du chiot.

## C. FACTEURS DE VARIATION DU POURCENTAGE DE PRISE DE POIDS LORS D'UNE SESSION DE TETEE - ANALYSE MULTIVARIEE

Un effet majeur du format racial a été observé. Nous avons donc décidé de transformer la variable « prise de poids en gramme » en pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée :  $\text{pourcentage de prise de poids} = 100 \times (\text{prise de poids lors de la session de tétée} / \text{poids de naissance})$ .

Le pourcentage de prise de poids au sein de notre population de 739 chiots était en moyenne de  $1,02 \pm 1,41$  % avec une valeur minimale de  $-2,36$  % et une valeur maximale de  $+10,58$  %

L'analyse multivariée sur le pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée a mis en évidence que ce dernier est associé à l'interaction entre le jour après la naissance et l'administration de l'ocytocine chez la mère avant la session de tétée ( $p < 0,001$ ) mais pas par les autres facteurs étudiés (jour après la naissance :  $p = 0,12$  ; administration d'ocytocine :  $p = 0,05$  ; poids de naissance :  $p = 0,40$ ).

Au jour J1 et J2, mais pas à J0, l'administration de l'ocytocine était associée à une augmentation significative du pourcentage de prise de poids chez les chiots par rapport aux chiots issus de mères non traitée (médiane respectivement de 1,39 % contre 0,60 % ; 2,30 % contre 0,60 % ; 0,54 % contre 0,49 % ; Figure 17).

De plus, les chiots dont les mères ont reçu l'ocytocine présentaient un pourcentage de prise de poids plus important à J1 et J2 par rapport au J0 (médiane respectivement de 1,39 %, 2,30 % et 0,54 %). De même pour les chiots issus de chienne non traitée (médiane respectivement de 0,60 %, 0,60 % et 0,49 % ; Figure 17)

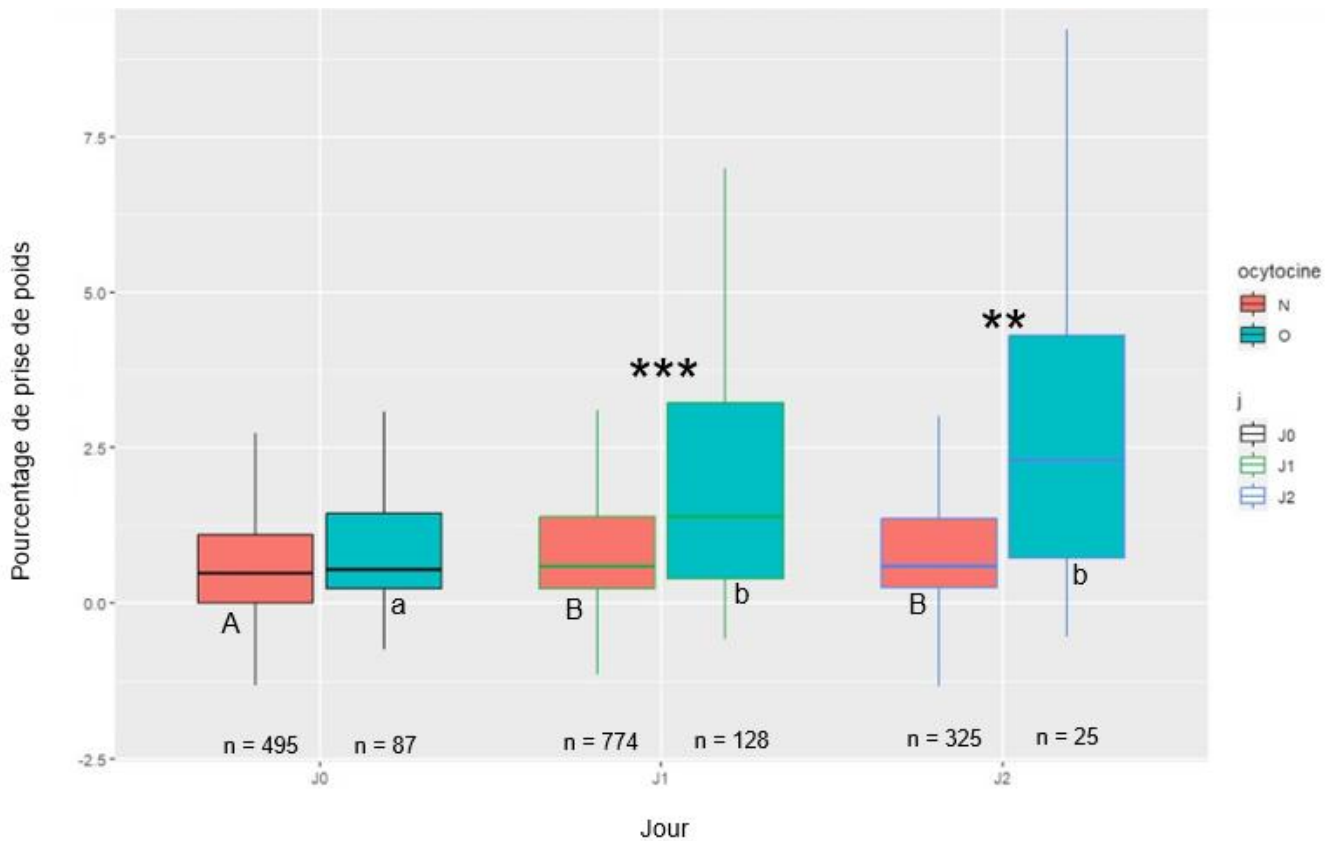


Figure 17 : Pourcentage de prise de poids des 739 chiots selon l'administration d'ocytocine chez la mère et selon le jour après la naissance. De bas en haut - les traits horizontaux correspondent à : valeur minimale, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et valeur maximale.

L'astérisque correspondent à une différence significative selon l'administration d'ocytocine pour le jour J1 après la naissance (\*\*\*) si  $p\text{-value} < 0,001$ ).

L'astérisque correspondent à une différence significative selon l'administration d'ocytocine pour le jour J2 après la naissance (\*\* si  $p < 0,01$ ).

A,B - Les valeurs sont significativement différentes selon le jour après la naissance pour les chiots issus de mère non traitée (en rouge ;  $p < 0,016$  ; facteur de correction de Bonferroni).

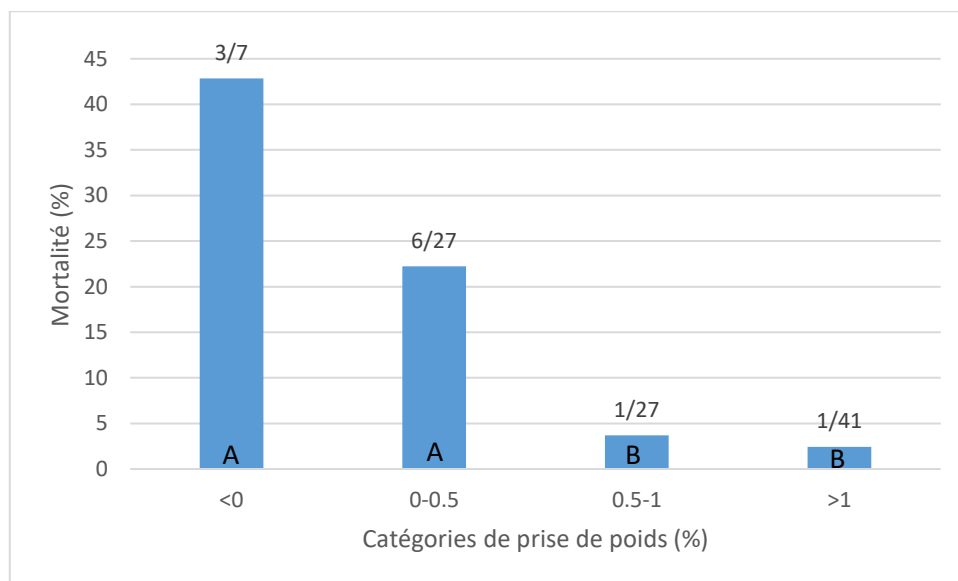
a,b - Les valeurs sont significativement différentes selon le jour après la naissance pour les chiots issus de mère traitée (en bleu ;  $p < 0,016$  ; facteur de correction de Bonferroni).

## D. ANALYSE DE LA MORTALITE

Dans cette partie de l'étude, nous nous sommes intéressés à savoir si le pourcentage de prise de poids lors d'une session de tétée est associé à la mortalité lors des 21 premiers jours de vie.

Les résultats, obtenus précédemment, ont montré que l'ocytocine avait un effet majeur sur le pourcentage de prise de poids du chiot. Ainsi nous avons étudié la mortalité pour deux sous populations : la première lorsque la chienne n'a pas reçu d'ocytocine et la seconde lorsque celle-ci en a reçu.

Pour le modèle concernant les chiots issus d'une chienne qui a reçu de l'ocytocine avant la session de tétée, les résultats de la régression logistique ont montré que le taux de mortalité a été significativement associé au pourcentage de prise de poids lors d'une session ( $p = 0,0009$ ). Plus le pourcentage de prise de poids était faible, plus le risque de mortalité a été important (Figure 18).



**Figure 18 : Taux de mortalité selon la catégorie de pourcentage de prise de poids des chiots dont la mère a reçu de l'ocytocine.** A,B – Les taux de mortalité sont significativement différents selon la catégorie de pourcentage de prise de poids ( $p < 0,016$  ; facteur de correction de Bonferroni)



Pour le modèle utilisant la sous-population de chiots dont la mère n'a pas été traitée, le taux de mortalité n'était pas significativement associé au pourcentage de prise de poids des chiots lors d'une session de tétée ( $p = 0,246$ ).

### E. TAUX DE CROISSANCE : QUEL SEUIL ?

Nous avons montré précédemment que le taux de mortalité néonatale était associé au pourcentage de prise de poids, mais uniquement pour la population de chiots dont les mères ont reçu une administration d'ocytocine. Afin de déterminer avec précision un seuil de pourcentage de prise de poids en dessous duquel les chiots sont plus à risque de mourir, une courbe ROC a été réalisée pour cette population. Cette population comprend 102 chiots. Chaque chiot est associé à un pourcentage moyen de prise de poids. La courbe ROC obtenue est disponible en figure 19.

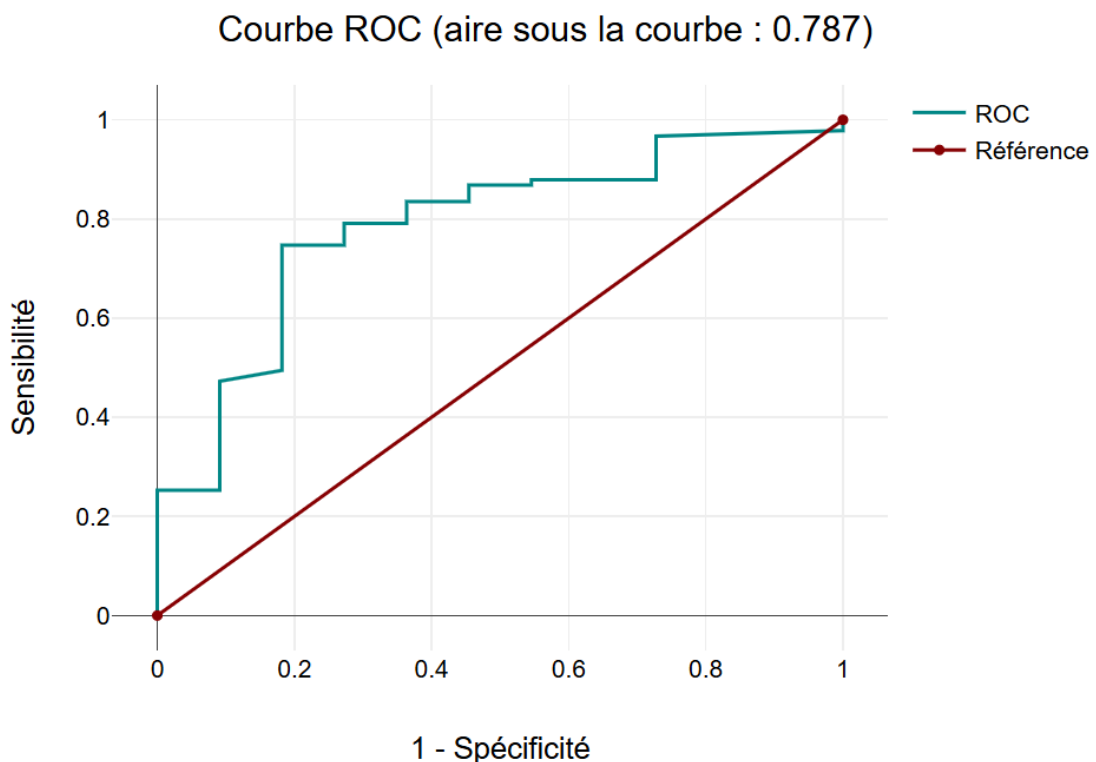
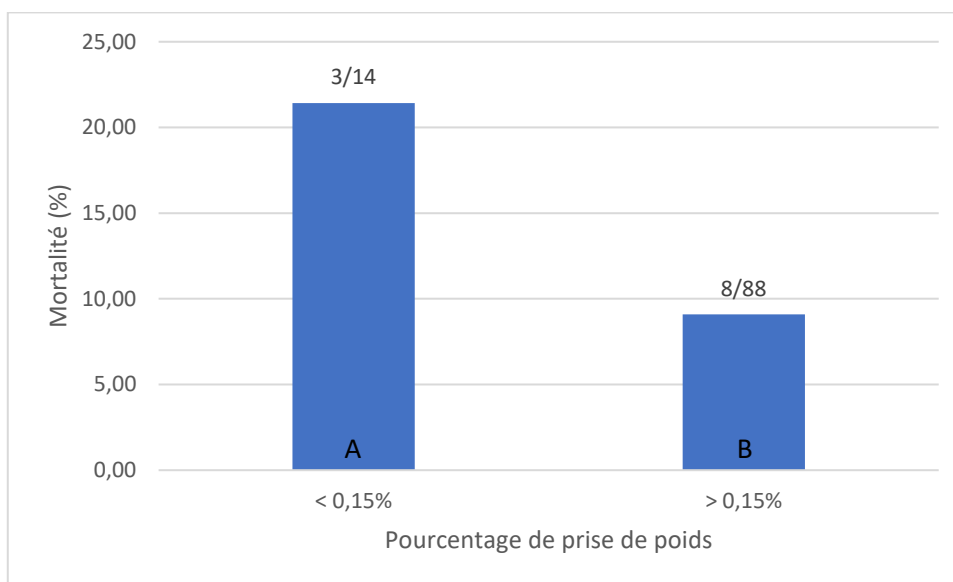


Figure 19 : Courbe « Receiver Operating Characteristic » de la mortalité selon la catégorie de prise de poids des chiots chez les chiennes ayant reçu d'ocytocine avant la session de tétée.

D'après cette courbe ROC, nous avons déterminé une valeur seuil de pourcentage de prise de poids en dessous de laquelle le chiot est plus à risque de mourir. Cette valeur seuil est de 0,15 % avec une sensibilité de 81,8 % et une spécificité de 74,7% (Figure 20).

Ainsi, parmi les chiots avec un pourcentage de prise de poids < 0,15% la mortalité néonatale était de 21,43 % (3/14), tandis qu'elle était de 9,09 % (8/88) pour les autres chiots. Au total, 13,73 % (14/102) de chiots présentaient le pourcentage de prise de poids < 0,15% dans la population des chiots des mères traités avec l'ocytocine.



**Figure 20 : Taux de mortalité selon le pourcentage de prise de poids des chiots dont la mère a reçu de l'ocytocine.** A,B - Les taux de mortalité sont significativement différents (P < 0,05).

### III. DISCUSSION

#### A. LIMITES DE L'ETUDE

Notre étude est la première à s'intéresser à une méthode précoce permettant d'évaluer la prise colostrale et de prédire les chances de mortalité du chiot. Nous l'avons réalisée sur une population de 794 chiots de race variée (du petit yorkshire terrier au bouvier bernois, en passant notamment par le cocker). Cependant, cette étude n'a été menée qu'au sein d'un même élevage, et donc elle n'est pas représentative de toutes les conditions d'élevage. Notamment, l'alimentation des mères peut avoir un impact sur la production du lait et donc secondairement sur la prise de poids des nouveau-nés, comme cela est déjà connu dans l'espèce bovine (COULON, REMOND 1991).

D'autres aspects de notre étude peuvent être discutés, comme le contact permanent entre les chiennes et les chiots. En effet, les chiots n'ont jamais été séparés de leur mère dans le cadre de notre étude. D'un point de vue éthique cela est primordial mais cela peut également être à l'origine d'une sous-estimation des prises de poids. Il est tout à fait possible qu'un chiot, voire toute une portée, aient déjà effectué une séance de tétée juste avant l'arrivée de l'opérateur. Ainsi, les chiots ont été mis à la mamelle 15 min comme prévu mais ils ont pu ingérer une quantité moins importante. Comme l'a montré C.Viaud, un chiot tète en moyenne  $26 \pm 9$  fois par jour durant leurs premières 24 heures de vie, soit un peu plus d'une fois par heure, nous permettant tout de même de réaliser notre étude (VIAUD 2018).

Les données ont été collectées par l'éleveur lui-même ou par ses employés selon leur disponibilité. L'ensemble des chiots de notre population ne possèdent pas un nombre identique de mesures de prise de poids. Certains n'ont pas été repesés après avoir tété ; d'autres ont été pesés qu'une seule fois à J1. Ainsi, certaines analyses statistiques ont été réalisées que sur une faible proportion de notre population.

## B. RESULTATS DE L'ETUDE

Nous avons caractérisé la session de tétée chez le chiot. Certains facteurs comme l'âge des chiots et l'administration d'ocytocine impactent le pourcentage de prise de poids des chiots lors d'une session de tétée. Ce pourcentage de prise de poids est également lié la mortalité lors des 21 premiers jours de vie, : plus celui-ci est important, moins le chiot est à risque de décès. La méthode utilisée consistait à peser les chiots, les mettre à téter à la mamelle pendant 15 minutes, puis à les peser à nouveau. Il s'agit d'une méthode simple, utilisable par tout éleveur, puisqu'elle ne nécessite qu'une balance

## C. USAGE DE L'OCYTOCINE

Nous avons observé que les chiots dont les mères ont reçu de l'ocytocine avant la session de tétée ont présentait systématiquement une prise de poids plus importante après la session que les chiots des mères non-traités.

L'ocytocine est un produit très disponible et à faible coût (Ocytovem, CEVA, flacon de 50 mL à 8€). Elle s'administre en injection intraveineuse, sous cutanée ou intramusculaire, par un vétérinaire.

Une dose de 5 à 10 UI par chienne par voie sous cutanée ou intramusculaire est conseillée par le RCP mais une faible dose de 0,025 UI/kg semble être efficace (*ROSSET 2023*).

Pour une utilisation centrée sur la stimulation des contractions de la glande mammaire, aucun n'effet secondaire n'est rapportés. L'utilisation d'ocytocine étant déjà fortement recommandée lors de césarienne (*JULIETTE ROOS-PICHENOT, EMMANUEL TOPIE 2023*) afin de favoriser l'expulsion des placenta, une administration systématisé pour les individus à risque (petit poids de naissance, faible vitalité à la naissance, ect) pourrait être envisagée.

L'ocytocine est inactivée par le foie puis éliminée par voie rénale, une insuffisance hépatique ou rénale pourrait déconseiller son utilisation répétée.

#### D. PREDICTION DE LA MORTALITE

Un lien a été observé entre la mortalité néonatale et la prise de poids des chiots au cours d'une session de tétée durant les deux premiers jours de vie. Il est possible que cela soit en lien avec l'échec du transfert de l'immunité passive dû à une trop faible quantité ingérée de colostrum. En effet, la prise de poids au cours des deux premiers jours de vie a été démontré comme fortement corrélée au taux d'IgG sériques (MILA ET AL. 2014). Même si cela reste à démontrer, il est fort probable que la prise de poids lors d'une session de tétée au cours des deux premiers jours de vie reflète le transfert de l'immunité passive chez le chiot.

Nous avons déterminé que, pour le groupe ayant été traité avec de l'ocytocine, une valeur seuil de prise de poids inférieure à 0,15% permettait d'identifier les chiots à risque élevé de mortalité néonatale. Cette méthode étant facile d'exécution, elle permet de réagir précocement : si l'identification a lieu avant les 16h de vie, l'apport d'un autre colostrum peut être effectué ; si elle a lieu après, un apport en énergie et une surveillance supplémentaires peuvent être mis en place.

---

## CONCLUSION

---

La mortalité avant le sevrage est un enjeu majeur pour les éleveurs canins avec une mauvaise prise de colostrum comme cause régulière d'un décès prématuré.

Ce manuscrit avait pour but d'étudier la méthode de pesée-tétée-pesée afin d'obtenir une méthode facile, rapide et prédictive de la mortalité.

Nous avons démontré que cette méthode permet de prédire le risque de la mortalité néonatale chez le chiot, avec une valeur diagnostique précise qui a été obtenue chez les chiots dont les mères ont reçu de l'ocytocine avant la session de tétée (une prise de poids des chiots inférieure à 0,15% est prédictive d'une mortalité).

Cette méthode est à recommander dans l'ensemble des élevages canins, sa facilité d'exécution, sa rapidité et son lien étroit avec la mortalité en font une bonne méthode d'identification des chiots nouveaux-nés à risque. Une telle identification précoce pourrait permettre de réduire le déficit de la prise colostrale via stimulation de la prise colostrale maternelle, ou via l'administration des solutions alternatives à la prise colostrale.

Cependant, plus d'études sont nécessaires sur le sujet, et notamment sur les sessions de tétée au cours des premières 8-16h de vie pour caractériser le volume ingéré par les chiots avant la fermeture de la barrière intestinale.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- ADKINS, Yuriko, LEPINE, Allan J. et LÖNNERDAL, Bo, 2001. Changes in protein and nutrient composition of milk throughout lactation in dogs. *American Journal of Veterinary Research*. 1 août 2001. Vol. 62, n° 8, pp. 1266-1272. DOI 10.2460/ajvr.2001.62.1266.
- AMIOT, J., 2015. Outils permettant de montrer un défaut de transfert d'immunité colostrale à l'éleveur. *La semaine vétérinaire*. 16 janvier 2015. N° 1613, pp. 44.
- BELIN, Marion, 2013. *Croissance et mortalité du chiot en élevage*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse.
- BERTIERI, Marie-Blanche, 2012. *Etude de la concentration en immunoglobulines des sécrétions mammaires de la chienne*. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse.
- CENTER, S. A., RANDOLPH, J. F., MANWARREN, T. et SLATER, M., 1991. Effect of colostrum ingestion on gamma-glutamyltransferase and alkaline phosphatase activities in neonatal pups. *American Journal of Veterinary Research*. mars 1991. Vol. 52, n° 3, pp. 499-504.
- CHASTANT-MAILLARD, S., AGGOUNI, C., ALBARET, A., FOURNIER, A. et MILA, H., 2017. Canine and feline colostrum. *Reproduction in Domestic Animals*. 2017. Vol. 52, n° S2, pp. 148-152. DOI 10.1111/rda.12830.
- CHASTANT-MAILLARD, S, FREYBURGER, L, MARCHETEAU, E, THOUMIRE, S, RAVIER, Jf et REYNAUD, K, 2012. Timing of the Intestinal Barrier Closure in Puppies. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012. Vol. 47, n° s6, pp. 190-193. DOI 10.1111/rda.12008.
- COULON, J.B. et REMOND, B., 1991. Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRAE Productions Animales*. 2 février 1991. Vol. 4, n° 1, pp. 57-65. DOI 10.20870/productions-animales.1991.4.1.4317.
- DEELEN, S.M., OLLIVETT, T.L., HAINES, D.M. et LESLIE, K.E., 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*. juin 2014. Vol. 97, n° 6, pp. 3838-3844. DOI 10.3168/jds.2014-7939.
- GENUNG, Richard K. et HSU, Hsien-Wen, 1978. Immobilization of immunoglobulins on polystyrene latex beads: Characterization by density gradient centrifugation. *Biotechnology and Bioengineering*. août 1978. Vol. 20, n° 8, pp. 1129-1141. DOI 10.1002/bit.260200802.

GILL, Marilyn Ann, 2001. *PERINATAL AND LATE NEONATAL MORTALITY IN THE DOG*. Thèse de doctorat en philosophie. Université de Sydney.

HURST, Nancy M., 2007. Recognizing and Treating Delayed or Failed Lactogenesis II. *Journal of Midwifery & Women's Health*. 12 novembre 2007. Vol. 52, n° 6, pp. 588-594.  
DOI 10.1016/j.jmwh.2007.05.005.

INDREBØ, Astrid, TRANGERUD, Cathrine et MOE, Lars, 2007. Canine neonatal mortality in four large breeds. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 12 décembre 2007. Vol. 49, n° 1, pp. S2. DOI 10.1186/1751-0147-49-S1-S2.

JULIETTE ROOS-PICHENOT et EMMANUEL TOPIE, 2023. CÉSARIENNE CHEZ LA CHIENNE OU LA CHATTE : TECHNIQUE CHIRURGICALE ET GESTION DE LA PHASE POSTOPÉRATOIRE IMMÉDIATE. *Le Point Vétérinaire.fr* [en ligne]. 2023. N° 437. [Consulté le 30 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article/n-437/etape-9-cesarienne-chez-la-chienne-ou-la-chatte-technique-chirurgicale-et-gestion-de-la-phase-postoperatoire-immEDIATE.html>

KASAP, Sevim, BABAESKI, Serdar, YILDIRIM, Kubra Nur, ORMAN, Abdulkadir, TEMIZEL, Ethem Mutlu et KENNERMAN, Engin, 2024. Evaluation of glutaraldehyde coagulation test and colostrum BRIX refractometer compared with SNAP foal IgG test in neonatal foals. *Equine Veterinary Journal*. 2024. Vol. 56, n° 5, pp. 1077-1082. DOI 10.1111/evj.14011.

KASAP, Sevim, KENNERMAN, Engin, BABAESKİ, Serdar et DÜLGER, Hüseyin, 2019. Comparison of Serum IgG Concentration, Total Protein, Glutaraldehyde Coagulation 2 Test and Gamma Glutamyl Transferase Activity in Neonatal Foals. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2 juin 2019. pp. 1-12. DOI 10.30782/uluvfd.476058.

KENT, Joyce E. et BLACKMORE, D. J., 1985. Measurement of IgG in equine blood by immunoturbidimetry and latex agglutination. *Equine Veterinary Journal*. 1985. Vol. 17, n° 2, pp. 125-129. DOI 10.1111/j.2042-3306.1985.tb02065.x.

LAWLER, D. F., 2008. Neonatal and pediatric care of the puppy and kitten. *Theriogenology*. 1 août 2008. Vol. 70, n° 3, pp. 384-392. DOI 10.1016/j.theriogenology.2008.04.019.

LE DIVIDICH, Jean, 2006. Les enjeux du colostrum. In : *Expo-congrès du porc* [en ligne]. Québec. 2006. pp. 49-72. Disponible à l'adresse : <https://hal.inrae.fr/hal-02753758>

LE NEINDRE, P. et DUBROEUCQ, H., 1973. OBSERVATIONS SUR L'ESTIMATION DE LA PRODUCTION LAITIÈRE DES VACHES ALLAITANTES PAR LA PESÉE DU VEAU AVANT ET APRÈS LA TÉTÉE. *Annales de Zootechnie*. 1973. Vol. 22, n° 4, pp. 413-422.  
DOI 10.1051/animres:19730402.



LENEVEU, Philippe, 2019. Prise colostrale en élevage porcin : analyse des facteurs de variation dans 10 élevages de production. *Journées de la recherche porcine*. 2019. Vol. 51, pp. 271-276.

LENEVEU, Philippe, DURAND, Anne, LAHUEC, Bleuenn, GILET, Amélie, LEWANDOWSKI, Eric et SOLIGNAC, Thierry, 2022. Etude de la prise colostrale en élevages à taux de pertes sur nés vivants élevés Analyse de la situation en lien avec les pratiques d'élevage, l'homéothermie des porcelets et la production colostrale des truies. *54es Journées de la recherche porcine*. février 2022. Vol. 54, pp. 269-274.

LEVIEUX, D., 1991. Dosage des IgG du lait de vache par immunodiffusion radiale semi-automatisée, pour la détection du colostrum, des laits de mammites ou de fin de gestation. *Le Lait*. 1991. Vol. 71, n° 3, pp. 327-338. DOI 10.1051/lait:1991325.

MAGDESIAN, K. Gary, 2017. Antimicrobial Pharmacology for the Neonatal Foal. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 1 avril 2017. Vol. 33, n° 1, pp. 47-65. DOI 10.1016/j.cveq.2016.12.004.

MAILLARD, R. et GUIN, B., 2017. Transfert d'immunité colostrale. *Le point vétérinaire*. 2017. N° 17, pp. 146-149.

MANTELLI, Morgane, 2016. Mise au point de méthodes mini-invasives d'évaluation du transfert d'immunité et du transfert énergétique chez le chiot de moins de 48 heures. . 2016. pp. 102.

MCCUE, Patrick M., 2007. Evaluation of a turbidimetric immunoassay for measurement of plasma IgG concentration in foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 septembre 2007. Vol. 68, pp. 1005-1009. DOI 10.2460/ajvr.68.9.1005.

METZGER, Nadine, HINCHCLIFF, Kenneth W., HARDY, Joanne, SCHWARZWALD, Colin C. et WITTUM, Thomas, 2006. Usefulness of a Commercial Equine IgG Test and Serum Protein Concentration as Indicators of Failure of Transfer of Passive Immunity in Hospitalized Foals. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2006. Vol. 20, n° 2, pp. 382-387. DOI 10.1111/j.1939-1676.2006.tb02872.x.

MILA, H., FEUGIER, A., GRELLET, A., ANNE, J., GONNIER, M., MARTIN, M., ROSSIG, L. et CHASTANT-MAILLARD, S., 2014. Inadequate passive immune transfer in puppies: definition, risk factors and prevention in a large multi-breed kennel. *Preventive Veterinary Medicine*. septembre 2014. Vol. 116, n° 1-2, pp. 209-213. DOI 10.1016/j.prevetmed.2014.05.001.

MILA, Hanna, 2015. *Neonatal period in the dog : Immunological and nutritional determinants for survival* [en ligne]. phdthesis. Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT. [Consulté le 13 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://theses.hal.science/tel-04235396>

MILA, Hanna, GRELLET, Aurélien, DELEBARRE, Marine, MARIANI, Claire, FEUGIER, Alexandre et CHASTANT-MAILLARD, Sylvie, 2017. Monitoring of the newborn dog and prediction of neonatal mortality. *Preventive Veterinary Medicine*. 1 août 2017. Vol. 143, pp. 11-20.

DOI 10.1016/j.prevetmed.2017.05.005.

MILA, Hanna, MILA, Hanna, GRELLET, Aurélien, FEUGIER, Alexandre, DESARIO, Costantina, DECARO, Nicola, BUONAVOGLIA, Canio, MARIANI, Claire et CHASTANT-MAILLARD, Sylvie, 2018. General and type 2 parvovirus-specific passive immune transfer in puppies – Evaluation by early growth. *Reproduction in domestic animals*. novembre 2018. Vol. v. 53 Suppl S3, pp. 96-102.

DOI 10.1111/rda.13334. PubAg: 6225090

MOON, Paula F., MASSAT, Bruno J. et PASCOE, Peter J., 2001. Neonatal Critical Care. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. mars 2001. Vol. 31, n° 2, pp. 343-367.

DOI 10.1016/S0195-5616(01)50209-0.

NIELEN, A. L. J., VAN DER GAAG, I., KNOL, B. W. et SCHUKKEN, Y. H., 1998. Investigation of mortality and pathological changes in a 14-month birth cohort of boxer puppies. *Veterinary Record*. 1998. Vol. 142, n° 22, pp. 602-606. DOI 10.1136/vr.142.22.602.

ROSSET, E., 2023. "Ma chienne a fait plusieurs chiots... elle n'a plus de contractions mais j'ai l'impression qu'il en reste". *Pratiquevet*. octobre 2023. N° 58.

SIEVERT, Maren, SCHULER, Gerhard, BÜTTNER, Kathrin et WEHREND, Axel, 2022. Comparison of Different Methods to Determine the Absorption of Colostral IgG in Newborn Foals. *Journal of Equine Veterinary Science*. 1 juillet 2022. Vol. 114, pp. 104008. DOI 10.1016/j.jevs.2022.104008.

TYLER, Jeff W., HANCOCK, Dale D., PARISH, Steven M., REA, Douglas E., BESSER, Thomas E., SANDERS, Sean G. et WILSON, Leilani K., 1996. Evaluation of 3 Assays for Failure of Passive Transfer in Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1996. Vol. 10, n° 5, pp. 304-307.

DOI 10.1111/j.1939-1676.1996.tb02067.x.

VALLET, J. L., MILES, J. R. et REMPEL, L. A., 2013. A simple novel measure of passive transfer of maternal immunoglobulin is predictive of preweaning mortality in piglets. *The Veterinary Journal*. 1 janvier 2013. Vol. 195, n° 1, pp. 91-97. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.009.

VIAUD, Camille, 2018. Le comportement de tétée du chiot et son implication dans le transfert passif de l'immunité. . 2018.



**ANNEXE 2 : TABLEAU EXPLICITANT L'ENSEMBLE DES  
VARIABLES RECUEILLIES AVEC LEUR TAUX DE DONNEES  
MANQUANTES**

<b>Variable</b>	<b>Explication</b>	<b>Taux de données manquantes (nombre - pourcentage)</b>
<b>race</b>	BBS = Berger Blanc Suisse B. Aus = Berger Australien B. All = Berger Allemand CKC = Cavalier King Charles	0 - 0,00%
<b>format racial</b>	S = < 10 kg M = 10-25 kg L = >25 kg	0 - 0,00%
<b>id chienne</b>	Identification de la chienne	48 - 5,69%
<b>Id chiot</b>	Identification des chiots	0 – 0,00%
<b>date_mb</b>	Date de mise bas	21 - 2,49%
<b>taille_portee</b>	Taille de la portée	0 - 0,00%
<b>mortalite</b>	O = oui N = non	0 - 0,00%
<b>age_mort</b>	Age de décès du chiot (en jour)	4 - 0,47%
<b>sexe</b>	F = femelle M = mâle	28 - 3,32%
<b>poids_naissance</b>	Poids de naissance des chiots	60 – 7,12%
<b>ocytocine</b>	O = oui N = non	0 – 0,00%

<b>Variable</b>	<b>Explication</b>	<b>Taux de données manquantes (nombre - pourcentage)</b>
<b>prise_de_poids session_1</b>	Différence de poids avant et après tétée	100 - 11,86%
<b>prise_de_poids session_2</b>	Différence de poids avant et après tétée	139 - 16,49%
<b>prise_de_poids session_3</b>	Différence de poids avant et après tétée	324 - 38,43%
<b>prise_de_poids session_4</b>	Différence de poids avant et après tétée	607 - 72,00%
<b>prise_de_poids session_5</b>	Différence de poids avant et après tétée	733 - 86,95%
<b>prise_de_poids session_6</b>	Différence de poids avant et après tétée	811 - 96,20%
<b>prise_de_poids session_7</b>	Différence de poids avant et après tétée	825 - 97,86%
<b>prise_de_poids session_8</b>	Différence de poids avant et après tétée	830 - 98,46%
<b>prise_de_poids_session_9</b>	Différence de poids avant et après tétée	832 - 98,70%

**ANNEXE 3 : EFFECTIF ET POIDS DE NAISSANCE DES  
CHIOTS EN FONCTION DE LA RACE ET DU FORMAT**

Format	Race	Nombre de chiennes	Nombre de chiots	Poids moyen à la naissance (gramme)
<b>L</b>	B.All	3	20	450,1 +/- 80,9
	BBS	6	30	435,9 +/- 71,8
	Bouvier	14	118	431,9 +/- 76,5
	Boxer	2	13	515,0 +/- 122,0
	Golden	22	182	363,5 +/- 58,0
	Labrador	11	72	420,7 +/- 76,2
	Montagne	1	7	529,0 +/- 86,1
<b>M</b>	B.Aus	14	83	375,5 +/- 90,2
	Beagle	3	17	301,2 +/- 32,6
	Cocker	5	39	317,4 +/- 56,2
	Dalmatien	4	35	377,4 +/- 55,2
<b>S</b>	Bichon	7	35	183,4 +/- 28,9
	Caniche	5	32	178,9 +/- 39,8
	CKC	2	9	204,4 +/- 40,3
	Jack	2	16	218,8 +/- 19,4
	Lhassa	4	18	207,8 +/- 21,0
	Shetland	7	37	204,7 +/- 39,4
	Shih tzu	3	17	153,8 +/- 24,8
	Spitz	1	5	146,0 +/- 23,6
	Westie	1	3	224,0 +/- 18,0
	York	1	6	148,3 +/- 30,1
<b>Total</b>		<b>118</b>	<b>794</b>	<b>347,0 +/- 113,6</b>

---

ANNEXE 4 : VALORISATION SCIENTIFIQUE

---

# 1<sup>st</sup> European Symposium on Animal Reproduction

21-22-23<sup>rd</sup>  
Sept.  
2023



Nantes Convention  
Center, France  
5 rue de Valmy  
44000 Nantes



EVSSAR

ESDAR

ECAR



Congress Organizer  
Tel : +33 (0)240 20 15 95  
Mail : sdelbecq@asconnect-evenement.fr





**Description and factors of variation of the weigh-suckle-weigh method of colostrum consumption in newborn puppies**

Mila H<sup>1</sup>, Legendre E<sup>1</sup>, Garrigues Q<sup>1</sup>, Mugnier A<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>NeoCare, ENVT, Université de Toulouse, Toulouse, France

Adresse : 23 Chemin des Capelles, 31300 Toulouse

Colostrum intake plays a crucial role in the survival of newborn puppies. The growth rate between birth and 48h after birth was found an excellent marker of colostrum intake, although it does not allow any corrective actions. Thus, early applicable predictive methods, such as the weigh-suckle-weigh method, would be desired to control the colostrum intake and eventually replace colostrum in puppies at the risk of colostrum deficit. The aim of the study was to describe weigh-suckle-weigh values obtained in puppies during the first 48 of life and to evaluate their factors of variation. A total of 794 puppies from 115 litters and from 22 dog breeds were weighed right before and right after a suckling session (15 minutes) of their dam at least once during the first 48h of life. According to 1981 measures obtained, weight gain during a single suckling session varied between 0 and 28.5 g, with a median value of 2.5 g. The mean coefficient of variation among puppies from the same litter was 66.4%. Weigh-suckle-weigh values obtained depended on the age of the puppy (1.7 g at J0 vs 2.7 g at D1; Wilcoxon test;  $p = 0.007$ ) and its breed size (3.2 g in large, 2.7 g in medium, and 2.0 g in small breed sized puppies; ANOVA test;  $p < 0.001$ ) but not its sex. Results obtained in this study allow characterizing for the first time and on a great number of puppies' weigh-suckle-weigh method of canine newborns' monitoring. Further analyses are needed to evaluate if this method allows an early prediction of colostrum intake and survival in puppies.





## RESUME

**Nom** : LEGENDRE

**Prénom** : Estelle

**Titre** : Caractérisation de la session de tétée chez le chiot au cours des deux premiers jours de vie

**Résumé** : La prise de colostrum joue un rôle crucial dans la survie des chiots nouveau-nés. Le taux de croissance entre la naissance et les 48 heures après la naissance s'est avéré être un excellent marqueur de la prise du colostrum, bien qu'il ne permette aucune action corrective. Ainsi des méthodes prédictives applicables rapidement, telle que la méthode de pesée-tétée-pesée, seraient souhaitables afin de contrôler cette prise de colostrum. L'objectif de cette étude était de décrire les valeurs de pesée-tétée-pesée obtenues chez les chiots au cours des 48 premières heures de vie, d'évaluer leurs facteurs de variation, et d'étudier l'aspect prédictif ou non au sujet de la mortalité des chiots. Les résultats obtenus dans cette étude permettent de caractériser pour la première fois et sur un grand nombre de chiots la méthode de suivi des nouveau-nés canin par pesée-tétée-pesée, et permettent une prédiction précoce d'une bonne prise du colostrum et d'une meilleure survie des chiots.

**Mots-clés** : chiot, colostrum, croissance, mortalité

**Title** : Characterisation of the suckling session in puppies during the first two days of life

**Abstract** : Colostrum intake plays a crucial role in the survival of newborn puppies. The growth rate between birth and 48h after birth was found an excellent marker of colostrum intake, although it does not allow any corrective actions. Thus, early applicable predictive methods, such as the weigh-suckle-weigh method, would be desired to control the colostrum intake and eventually replace colostrum in puppies at the risk of colostrum deficit. The aim of the study was to describe weigh-suckle-weigh values obtained in puppies during the first 48h of life, to evaluate their factors of variation, and to study whether or not they were predictive of puppy mortality. Results obtained in this study allow characterizing for the first time and on a great number of puppies' weigh-suckle-weigh method of canine newborns' monitoring, and allow an early prediction of good colostrum intake and better survival in puppies.

**Keywords** : puppy, colostrum, growth, mortality