




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

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25390

To cite this version:

Cellard, Fanny . *État corporel du labrador : impact de facteurs néonataux et adultes*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2018, 82 p.

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

ETAT CORPOREL DU CHIEN LABRADOR : IMPACT DE FACTEURS NEONATAUX ET ADULTES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

CELLARD Fanny

Née, le 06 septembre 1992 à VIENNE (38)

Directeur de thèse : Mme Sylvie CHASTANT -MAILLARD

JURY

PRESIDENT :
M. Patrick RITZ

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mme Sylvie CHASTANT -MAILLARD
Mme Hanna MILA

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :
Mme Amélie MUGNIER
M. Aurélien GRELLET

Docteur Vétérinaire à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Docteur Vétérinaire à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

REPARTITION DES ENSEIGNANTS PAR GRADE

(Mise à jour : 07/09/2018)

DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE (6)

| | | |
|----------------------------|-------------------------|---|
| Mme CLAUW Martine..... | SECTION C.N.E.C.A. N° 8 | 8 |
| M. CONCORDET Didier..... | | 3 |
| M. DELVERDIER Maxence..... | | 7 |
| M. ENJALBERT Francis..... | | 6 |
| M. PETIT Claude..... | | 1 |
| M. SCHELCHER François..... | | 8 |

PROFESSEURS 1° CLASSE (17)

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| M BAILLY Jean-Denis..... | | 4 |
| M. BERTAGNOLI Stéphane..... | | 1 |
| M. BERTHELOT Xavier..... | | 6 |
| M. BOUSQUET-MELOU Alain..... | | 7 |
| M. BRUGERE Hubert..... | | 10 |
| Mme CADIERGUES Marie-Christine..... | | 8 |
| Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie..... | | 6 |
| M. DUCOS Alain..... | | 6 |
| M. FOUCRAS Gilles..... | | 8 |
| Mme GAYRARD-TROY Véronique..... | | 7 |
| M GUERIN Jean-Luc..... | | 6 |
| Mme HAGEN-PICARD Nicole..... | | 6 |
| M. JACQUIET Philippe..... | | 8 |
| M. LEFEBVRE Hervé..... | | 7 |
| M. MEYER Gilles..... | | 8 |
| M. SANS Pierre..... | | 6 |
| Mme TRUMEL Catherine..... | | 7 |

PROFESSEURS 2° CLASSE (7)

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Mme BOULLIER Séverine..... | | 1 |
| Mme BOURGES-ABELLA Nathalie..... | | 7 |
| M. GUERRE Philippe..... | | 7 |
| Mme LACROUX Caroline..... | | 7 |
| M. MAILLARD Renaud..... | | 8 |
| M MOGICATO Giovanni..... | | 7 |
| Mme LETRON-RAYMOND Isabelle..... | | 7 |

PROFESSEUR CERTIFIE (P.C.E.A.)

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE (11)

| | | |
|------------------------------|--|---|
| M. BERGONIER Dominique..... | | 6 |
| Mme DIQUELOU Armelle..... | | 8 |
| M. JAEG Jean-Philippe..... | | 7 |
| M. JOUGLAR Jean-Yves..... | | 8 |
| M. LYAZRHI Faouzi..... | | 3 |
| M. MATHON Didier..... | | 8 |
| Mme MEYNADIER Annabelle..... | | 6 |
| Mme PRIYMENKO Nathalie..... | | 6 |
| M. RABOISSON Didier..... | | 6 |
| M VERWAERDE Patrick..... | | 8 |
| M. VOLMER Romain..... | | 1 |

MAITRES DE CONFERENCES classe normale (24)

| | | |
|---|--|---|
| M. ASIMUS Erik..... | | 8 |
| Mme BENNIS-BRET Lydie..... | | 7 |
| Mme BIBBAL Delphine..... | | 4 |
| Mme BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle..... | | 1 |
| Mme BOUHSIRA Emilie..... | | 8 |
| M CONCHOU Fabrice..... | | 8 |
| M CORBIERE Fabien..... | | 8 |
| M. CUEVAS RAMOS Gabriel..... | | 8 |
| Mme DANIELS Hélène..... | | 1 |
| Mme DAVID Laure..... | | 4 |
| Mlle DEVIERS Alexandra..... | | 7 |
| M. DOUET Jean-Yves..... | | 8 |
| Mme FERRAN Aude..... | | 7 |
| Mme LALLEMAND Elodie..... | | 8 |
| Mme LAVOUE Rachel..... | | 8 |
| M. LE LOC'H Guillaume..... | | 8 |
| M LIENARD Emmanuel..... | | 8 |
| Mme MILA Hanna..... | | 6 |
| Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia..... | | 8 |
| M. NOUVEL Laurent..... | | 6 |
| Mme PALIERNE Sophie..... | | 8 |
| Mme PAUL Mathilde..... | | 6 |
| M. VERGNE Timothée..... | | 7 |
| Mme WARET-SZKUTA Agnès..... | | 6 |

A.E.R.C. (6)

| | | |
|---------------------------------|--|---|
| Mme BLONDEL Margaux..... | | 8 |
| M. CARTIAUX Benjamin..... | | 7 |
| M. COMBARROS-GARCIA Daniel..... | | 8 |
| Mme COSTES Laura..... | | 4 |
| M. GAIDE Nicolas..... | | 7 |
| M. JOUSSERAND Nicolas..... | | 8 |

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUEL (2)

| | | |
|---------------------------|--|---|
| Mme DORE-BORDE Laura..... | | 8 |
| M. LEYNAUD Vincent..... | | 8 |

REMERCIEMENTS

Au Président du jury de thèse,

A Monsieur le Professeur Patrick RITZ

Professeur à l'Université Paul Sabatier,
Praticien hospitalier

Nutrition et maladies métaboliques

Merci d'avoir accepté de présider ce jury de thèse. Hommages respectueux.

Au jury de thèse,

A Madame le Professeur Sylvie CHASTANT-MAILLARD,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Reproduction

Sincère reconnaissance pour m'avoir fait confiance et avoir dirigé la réalisation de ce travail
mais surtout pour m'avoir soutenue et motivée.

A Madame le Docteur Hanna MILA

Maitre de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Reproduction

Merci pour ton aide et d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Aurélien GRELLET

Ingénieur de Recherches de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Neocare

Merci pour ton aide, tes indications et ton implication depuis le recueil des données jusqu'à
leur exploitation.

A Madame le Docteur Amélie MUGNIER

Ingénieure de Recherches de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Neocare

Merci pour ton investissement, ta disponibilité, ton efficacité et tous tes conseils.

A Monsieur Paul CHARLES

Président de la Fédération Française des Associations de Chiens Guides

Président du CESECAH

Merci de nous avoir permis de travailler avec l'équipe du CESECAH et ainsi bénéficier de
leur professionnalisme, leurs connaissances et leur énergie.

A Monsieur Anthony MORIN

Directeur technique du CESECAH

Merci de nous avoir fait partager tes compétences mais aussi pour ta disponibilité.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| LISTE DES TABLEAUX | 11 |
| LISTE DES FIGURES | 13 |
| LISTE DES ABREVIATIONS | 15 |
| INTRODUCTION | 17 |
| <u>PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</u> | 19 |
| 1. <u>L'obésité, un problème de santé publique</u> | 19 |
| 1.1. <u>Une prévalence en augmentation</u> | 19 |
| 1.2. <u>Des conséquences sanitaires sérieuses chez le chien</u> | 20 |
| 1.2.1. Maladies métaboliques | 20 |
| 1.2.2. Maladies inflammatoires | 20 |
| 1.2.3. Maladies tumorales | 21 |
| 1.2.4. Autres conséquences | 21 |
| 1.3. <u>Une durée et qualité de vie réduite</u> | 23 |
| 2. <u>Facteurs prédisposants</u> | 24 |
| 2.1. <u>Facteurs génétiques</u> | 24 |
| 2.2. <u>Poids de naissance et croissance</u> | 25 |
| 2.3. <u>Statut et mode de vie</u> | 26 |
| 3. <u>Méthodes d'évaluation du surpoids et de l'obésité chez le chien</u> | 27 |
| 3.1. <u>Le poids : limites de la mesure</u> | 27 |
| 3.2. <u>Méthodes nécessitant un matériel spécifique, coûteuses mais fiables</u> | 28 |
| 3.2.1. Absorptiométrie biophotonique à rayons X (DEXA) | 28 |
| 3.2.2. Dilution à l'oxyde de deutérium | 28 |
| 3.2.3. Bioimpédancemétrie | 29 |
| 3.2.4. La tomodensitométrie | 29 |
| 3.2.5. La résonance magnétique quantitative (IRM) | 30 |
| 3.3. <u>La Note d'Etat Corporel : facile à mettre en œuvre mais peu sensible</u> | 30 |
| 3.3.1. Signification | 30 |
| 3.3.2. Validation | 31 |
| 3.3.3. Sensibilité | 32 |
| 3.4. <u>Développement d'autres méthodes non invasives</u> | 32 |
| 3.4.1. Echographie | 33 |
| 3.4.2. Morphométrie | 34 |
| 3.4.3. Photographie | 36 |
| <u>PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE</u> | 37 |

| | |
|---|----|
| 1. <u>Matériel et méthodes</u> | 37 |
| 1.1. <u>Population étudiée</u> | 37 |
| 1.2. <u>Données récoltées</u> | 38 |
| 1.2.1. Questionnaire | 38 |
| 1.2.2. Note d'état corporel (NEC) | 38 |
| 1.2.3. Mesures morphométriques et poids | 38 |
| 1.2.4. Mesures échographiques de l'épaisseur du tissu adipeux | 39 |
| 1.2.5. Note d'état corporel par photographie | 39 |
| 2. <u>Saisie et traitement des données</u> | 40 |
| 2.1. <u>Saisie des données</u> | 40 |
| 2.2. <u>Choix de la population d'étude</u> | 40 |
| 2.3. <u>Dictionnaire des variables</u> | 40 |
| 2.4. <u>Traitement des données</u> | 41 |
| 2.4.1. Analyse univariée | 41 |
| 2.4.2. Modélisation des facteurs de surpoids | 42 |
| 2.4.3. Comparaison des différentes méthodes de mesure étudiées | 44 |
| 3. <u>Résultats</u> | 44 |
| 3.1. <u>Description de la population</u> | 44 |
| 3.2. <u>Le surpoids et ses facteurs de variation</u> | 47 |
| 3.2.1. Rappel de la définition de surpoids et distribution de la NEC | 47 |
| 3.2.2. Analyse univariée | 47 |
| 3.2.3. Analyse multivariée | 49 |
| 3.3. <u>Méthode d'évaluation de la composition corporelle</u> | 51 |
| 3.3.1. Analyse descriptive | 51 |
| 3.3.1.1. Poids | 51 |
| 3.3.1.2. Echographie | 51 |
| 3.3.1.3. Morphométrie | 53 |
| 3.3.1.4. Evaluation de la NEC sur photographie | 54 |
| 3.3.2. Comparaison à la notation de l'état corporel par palpation/observation | 55 |
| 3.3.2.1. Comparaison NEC/pesée | 55 |
| 3.3.2.2. Comparaison NEC/Echographie | 56 |
| 3.3.2.3. Comparaison NEC et morphométrie | 57 |
| 3.3.2.4. Comparaison de la notation d'état corporel par palpation et sur photographie | 57 |
| 4. <u>Discussion</u> | 58 |
| 4.1. <u>Choix de la population</u> | 58 |
| 4.2. <u>Choix des méthodes</u> | 59 |

| | | |
|---|---|----|
| 4.2.1. | Questionnaire ----- | 59 |
| 4.2.2. | Comparaison des méthodes de mesure----- | 59 |
| 4.3. | <u>Prévalence du surpoids</u> ----- | 60 |
| 4.4. | <u>Facteurs de risque du surpoids</u> ----- | 60 |
| 4.5. | <u>Résultats des différentes méthodes de mesure</u> ----- | 61 |
| 4.5.1. | Poids ----- | 61 |
| 4.5.2. | Echographie ----- | 61 |
| 4.5.3. | Morphométrie----- | 62 |
| 4.5.4. | NEC par photographie ----- | 62 |
| CONCLUSION ET PERSPECTIVES ----- | | 63 |
| REFERENCES----- | | 67 |
| ANNEXE : Fiche de recueil des données ----- | | 73 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| <u>Tableau 1</u> : Résumé des maladies associées à l'excès de poids chez l'Homme, le chien et le chat (German et al., 2010b) ----- | 23 |
| <u>Tableau 2</u> : Système d'estimation de la note d'état corporel à 9 catégories chez le chien (d'après Laflamme, 1997) ----- | 31 |
| <u>Tableau 3</u> : Concentration plasmatique en leptine en fonction de la note d'état corporel chez le chien (/5, moyenne \pm SE) (Ishioka et al., 2007) ----- | 32 |
| <u>Tableau 4</u> : Paramètres pris en compte dans l'analyse statistique univariée----- | 41 |
| <u>Tableau 5</u> : Facteurs de variation de la prévalence du surpoids (n=63).----- | 48 |
| <u>Tableau 6</u> : Différence de poids en valeur absolue et pourcentage entre les catégories de la NEC (n=65 femelles) ----- | 55 |
| <u>Tableau 7</u> : Pourcentage de paires concordantes entre la NEC par palpation (nec) et la NEC sur photographie (nec_p) (n=85 chiens)----- | 58 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Evolution de la proportion d'animaux de compagnie en surpoids et obèses entre 2007 et 2016 (n=2,5 millions de chiens) (Banfield, 2016) ----- | 19 |
| Figure 2 : Représentation schématique de la mutation du gène <i>POMC</i> et de ses conséquences (Raffan et al., 2016) ----- | 25 |
| Figure 3 : Sites anatomiques de mesure d'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané chez le chien (Payan-Carreira et al., 2016) ----- | 34 |
| Figure 4 : Exemple de mesure échographique du tissu adipeux sous-cutané à l'échographie (moyenne sur 3 mesures correspondant aux lignes verticales) au niveau lombaire (M=muscle) (Payan-Carreira et al., 2016) ----- | 34 |
| Figure 5 : Equations estimant le pourcentage de tissu adipeux chez le chien à partir de données morphométriques (établies sur une population de 23 chiens de races différentes, 12 mâles et 11 femelles) (Mawby et al., 2004) ----- | 35 |
| Figure 6 : Equations estimant la masse maigre, la masse grasseuse et le pourcentage de tissu adipeux chez le chien à partir de mesures morphométriques (Witzel et al., 2014) ----- | 35 |
| Figure 7 : Exemple de photographies utilisées pour évaluer la NEC par photographie ----- | 40 |
| Figure 8 : Paramètres envisagés dans l'étude des facteurs influençant le surpoids ----- | 43 |
| Figure 9 : Paramètres inclus dans le modèle ----- | 43 |
| Figure 10 : Diagramme de flux des animaux inclus ----- | 45 |
| Figure 11 : Description de la population des 85 Labradors inclus dans l'étude ----- | 45 |
| Figure 12 : Distribution de l'âge de la population (n=85). ----- | 46 |
| Figure 13 : Distribution de l'âge à la stérilisation (n=38*). ----- | 46 |
| Figure 14 : Distribution de la NEC selon le sexe (n=20 mâles ; n=65 femelles) ----- | 47 |
| Figure 15 : Pourcentage de chiens en surpoids en fonction du quartile de poids de naissance en gramme (n=56 chiens). ----- | 48 |
| Figure 16 : Pourcentage de chiens en surpoids en fonction du poids de naissance en gramme (415 g est la médiane de la population, n=56). ----- | 49 |
| Figure 17 : Pourcentage de chiens en surpoids en fonction du taux de croissance (248% est la médiane de la population, n=20). ----- | 50 |
| Figure 18 : Score « Food motivation » des chiens stérilisés en fonction de leur état corporel (n=27). - | 50 |
| Figure 19 : Distribution du poids (kg) en fonction du sexe (n=20 mâles ; n=65 femelles) ----- | 51 |
| Figure 20 : Distribution des valeurs des mesures échographiques d'épaisseur de tissu adipeux pour les 3 sites de mesures (a=lombes ; b=abdomen ; c=thorax) ----- | 52 |

| | |
|---|----|
| <u>Figure 21</u> : Corrélations des mesures d'épaisseur de tissu adipeux par échographie à différents sites- | 53 |
| <u>Figure 22</u> : Distribution de la proportion de tissu adipeux en fonction du sexe----- | 54 |
| <u>Figure 23</u> : Répartition de la NEC en fonction du sexe (n=65 femelles ; n=20 mâles)----- | 54 |
| <u>Figure 24</u> : Influence de la NEC sur le poids (n= 65 Labradors femelles) ----- | 55 |
| <u>Figure 25</u> : Epaisseurs de tissu adipeux sous-cutané mesurée par échographie en fonction des classes de NEC ----- | 56 |
| <u>Figure 26</u> : Représentation du pourcentage de tissu adipeux en fonction de la NEC ----- | 57 |
| <u>Figure 27</u> : Comparaison de la distribution de la NEC par palpation et de la NEC sur photographie -- | 58 |

LISTE DES ABREVIATIONS

NEC = Note d'Etat Corporel

IMC = Indice de Masse Corporelle

D₂O = Oxyde de Deutérium

DEXA = Absorptiométrie biophotonique à rayons X

IRM = Résonance Magnétique Quantitative

CESECAH = Centre d'Etude, de Sélection et d'Eleavage pour Chiens Guides d'Aveugles et
Autres Handicapés

EIQ = Ecart Inter-Quartile

TASC = Tissu Adipeux Sous-Cutané

INTRODUCTION

L'obésité est reconnue comme une maladie en médecine vétérinaire depuis deux ans seulement dans le cadre du concept « One health » rapprochant santé humaine et animale (Day, 2017). En médecine humaine comme chez les animaux de compagnie, la prévalence de l'obésité gagne du terrain et l'obésité des carnivores domestiques est aujourd'hui une préoccupation majeure dans le domaine scientifique. Les causes en sont à la fois environnementales, nutritionnelles et génétiques. Les facteurs de risque concernent toutes les périodes de la vie, de la prénatalité à l'âge adulte.

Concernant les animaux de compagnie, le diagnostic et le suivi des animaux en surpoids ou obèses n'est pas encore optimal. Des études ont montré que les animaux venant en consultation en pratique privée n'étaient pas pesés ni leur note d'état corporel évaluée de manière systématique (German et Morgan, 2008). D'autre part, certains vétérinaires semblent réticents à établir un diagnostic d'obésité ou de surpoids (McGreevy et al., 2005). Par conséquent, le développement de méthodes de mesures fiables et précises pour quantifier le tissu adipeux est indispensable pour définir l'état physique des animaux et pour communiquer plus aisément sur le sujet. Pour cela, des outils de mesure sont indispensables pour permettre un dépistage et le suivi des patients. L'Indice de Masse Corporelle (IMC) pour l'Homme ou la Note d'Etat Corporel (NEC) pour les animaux en sont des exemples. Néanmoins, la NEC manque d'objectivité à la différence de l'IMC.

L'objectif de notre étude est double. Il s'agissait d'une part d'évaluer les facteurs de risque de surpoids dans une population de Labrador Retrievers de race pure. D'autre part, plusieurs méthodes non invasives sont utilisées afin d'estimer la proportion de tissu adipeux chez ces animaux. Ces résultats sont ensuite comparés à la méthode de référence pour cette étude, à savoir l'évaluation de la note d'état corporel par palpation. Le but est de trouver d'autres systèmes objectifs d'évaluation du surpoids afin d'en améliorer le diagnostic et le suivi chez le chien. Auparavant, une synthèse bibliographique présentera les risques du surpoids pour la santé du chien, puis les différentes causes de surpoids chez le chien. Enfin, les différentes méthodes d'évaluation du tissu adipeux seront présentées.

PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. L'obésité, un problème de santé publique

1.1. Une prévalence en augmentation

L'obésité est définie chez les animaux comme un excès de tissu adipeux préjudiciable pour la santé (German, 2012). On parle de surpoids dès lors que le poids excède 15% du poids idéal (German, 2012). Il n'y a pas de consensus quant à la proportion de tissu adipeux différenciant surpoids et obésité (Sandøe et al., 2014). Selon les études, le surpoids est défini par un pourcentage (German, 2012) ou par une Note d'Etat Corporel. Le surpoids est défini par une NEC supérieure ou égale à 6/9 et l'obésité par une note supérieure ou égale à 8/9 (German 2018).

Toutes les études s'entendent sur le fait que la prévalence du surpoids et l'obésité sont en constante augmentation chez les animaux de compagnie, notamment les chiens et les chats.

Un réseau de cliniques privées américaines a montré que la proportion de chiens en surpoids avait augmenté de 37% entre 2007 et 2011. Cela correspond en 10 ans à une augmentation de 158% du nombre de chiens en surpoids avec une prévalence en 2016 de 17% pour les chiens (Banfield, 2016) (Figure 1).

Aujourd'hui, la proportion de chiens en surpoids se situerait entre 20% et 60% selon des populations issues de différents pays (McGreevy et al, 2005 ; Lund et al., 2006 ; Hill, 2009 ; Courcier et al., 2010a ; Corbee, 2013 ; Mao et al., 2013). En France, la prévalence du surpoids chez le chien a été estimée à 38,8% et celle de l'obésité à 5% avec là aussi une tendance à l'augmentation au fil des années (Colliard et al., 2006). Néanmoins, la situation en France n'a pas été réévaluée depuis 12 ans.

La prise de poids est donc un problème maintenant bien ancré en médecine vétérinaire, avec, comme chez l'Homme, des conséquences néfastes pour l'organisme.

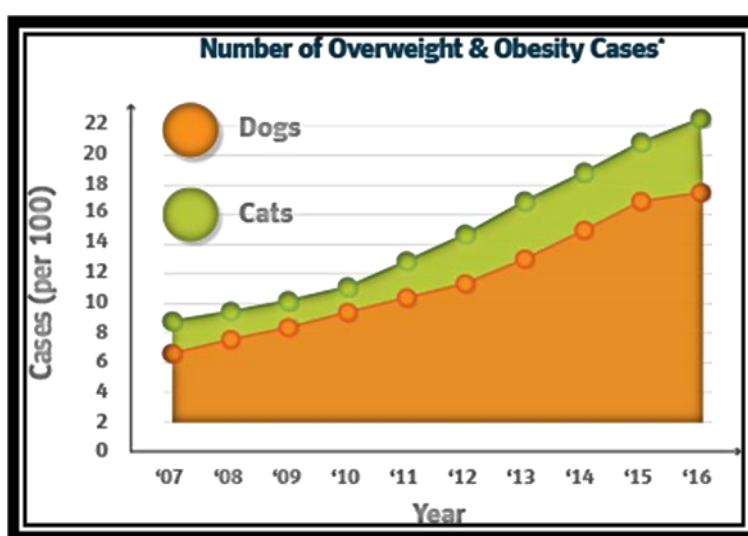


Figure 1 : Evolution de la proportion d'animaux de compagnie en surpoids et obèses entre 2007 et 2016 (n=2,5 millions de chiens) (Banfield, 2016)

1.2. Des conséquences sanitaires sérieuses chez le chien

Le tissu adipeux est reconnu comme un organe endocrine à part entière tant chez l'Homme que chez le chien. De ce fait, de nombreuses études s'intéressent aux molécules sécrétées par ce tissu. Elles forment le groupe des adipocytokines et leur dérèglement a été relié à de nombreuses maladies chez l'Homme.

1.2.1. Maladies métaboliques

Parmi ces molécules, la leptine est l'une des plus connues. Sa concentration a été directement corrélée avec la note d'état corporel chez le chien (Ishioka et al., 2007). Plus la note d'état corporel est importante, plus la leptinémie augmente. Hormone anorexigène, elle est impliquée dans le métabolisme des lipides et des glucides en influençant la sécrétion et la sensibilité à l'insuline. La résistance à l'insuline a été reliée au nombre d'adipocytes chez le chien et la perte de poids permet d'augmenter la sensibilité à l'insuline (German et al., 2009a ; André et al., 2017).

L'adiponectine, autre molécule sécrétée par le tissu adipeux, voit quant à elle sa production diminuée chez les chiens en surpoids (Park et al., 2015). Or chez l'Homme, une augmentation du taux d'insuline associée à une diminution de la production d'adiponectine conduit à l'apparition d'un syndrome métabolique. Ce syndrome regroupe obésité, hypertension, dyslipémie et intolérance au glucose. Les conséquences sont un fort risque de développement de maladies cardiovasculaires et de diabète de type II (Tvarijonaviciute et al., 2016). L'étude de ce syndrome chez le chien a conduit à l'élaboration de nouveaux critères de diagnostic définissant le dysfonctionnement métabolique relatif à l'obésité (*obesity-related metabolic dysfunction* : ORMD). Ces critères sont une note d'état corporel comprise entre 7 et 9/9 et au moins deux des critères suivants : concentration sanguine en triglycérides > 2,3 mmol/L, en cholestérol >7,8 mmol/L, pression systolique >160 mmHg, glycémie à jeun > 5,6 mmol/L ou un diagnostic de diabète sucré (Tvarijonaviciute et al., 2016). Vingt pour cent des chiens obèses souffrent d'ORMD. Chez ces chiens, des changements dans l'expression de protéines impliquées dans le métabolisme lipidique, la réponse immunitaire et le statut antioxydant ont été mis en évidence. Néanmoins, aucun lien n'a pu être fait entre ces changements et des conséquences cliniques (Tvarijonaviciute et al., 2016).

1.2.2. Maladies inflammatoires

De plus, l'excès de tissu adipeux influence la sécrétion de plusieurs cytokines inflammatoires. De ce fait, l'obésité est définie comme un état inflammatoire chronique à bas bruit. En effet, les macrophages sont une composante importante du tissu adipeux, ce qui pourrait expliquer l'amplification de l'état inflammatoire dans le tissu adipeux et par extension, dans l'organisme.

L'augmentation des concentrations sanguines en facteurs de l'inflammation a été mise en évidence chez les chiens en surpoids ou obèses, en particulier le TNF- α (*Tumor Necrosis Factor alpha*), la protéine C réactive et l'IL-6 (*interleukine-6*) (German et al., 2010b ; Frank et al., 2015 ; Barić Rafaj et al., 2017). Les conséquences de ces augmentations sont variées.

Le TNF- α et l'IL-6 augmenteraient la résistance à l'insuline. De plus, le surpoids serait également associé à un état hypercoagulable avec des modifications de l'hémostase primaire et secondaire (Barić Rafaj et al., 2017).

En résumé, l'obésité canine, comme en médecine humaine, engendre des modifications importantes de l'état inflammation de l'organisme. A ce jour, aucune relation n'a été établie entre les modifications moléculaires et les symptômes cliniques chez le chien.

1.2.3. Maladies tumorales

Comme en médecine humaine, l'obésité canine est associée à une hausse de la prévalence de certains processus cancéreux, notamment les carcinomes mammaires chez la chienne. L'obésité serait reliée à des tumeurs mammaires de plus haut degré de malignité et apparaissant sur des animaux plus jeunes. Elles sont donc associées à un pronostic beaucoup plus sombre (Lim et al, 2015a ; 2015b). Plusieurs mécanismes en sont à l'origine. La leptine, sécrétée par le tissu adipeux, stimule la production d'aromatase au sein du tissu adipeux. Cette dernière permet la transformation des androgènes en oestrogènes et ainsi assurer une production locale de ces stéroïdes et donc être néfaste en cas de cancer hormono-dépendant (Lim et al., 2015a). De plus, la diminution de la synthèse d'adiponectine ainsi que la prolifération de macrophages sont associées à de plus hauts grades histologiques et des infiltrations lymphatiques lors de tumeur mammaire chez la chienne (Lim et al., 2015b). L'obésité serait également associée au développement d'autres cancers chez le chien comme le carcinome des cellules transitionnelles de la vessie (Glickman et al., 1989).

1.2.4. Autres conséquences

Le fonctionnement de nombreux organes est perturbé par le surpoids et l'obésité chez le chien. Des altérations de structure et de fonction cardiaques ont été reliées à un état de surpoids chez le chien. Les chiens présentant un excès de poids ont une paroi du ventricule gauche plus fine, une hypertrophie du septum ventriculaire et une fraction d'éjection plus importante (71% contre 62% chez des chiens de corpulence normale, Tropf et al., 2017). L'excès de tissu adipeux abdominal a aussi été associé aux maladies cardiaques. Une étude menée sur 87 chiens a montré que chez les chiens avec une maladie cardiaque, le tissu adipeux représentait 24% de la surface abdominale globale contre 19% pour les chiens sains (Thengchaisri et al, 2014).

De plus, le foie des chiens en surpoids présente des modifications hémodynamiques au niveau de la veine porte ainsi qu'une concentration sanguine en GGT (*Gamma glutamyl transpeptidase*) moyenne plus élevée. En effet, les chiens obèses présentent une vitesse moyenne du flux sanguin au niveau de la veine porte plus faible que des chiens de corpulence normale (13,8 cm/s contre 16,12 cm/s, Belotta et al, 2018). Cette diminution pourrait être due à une réduction de la compliance vasculaire provoquée par l'accumulation de dépôts adipeux dans le foie. La diminution du flux sanguin de la veine porte peut avoir des répercussions sur l'irrigation du foie. Par conséquent, ces changements circulatoires conduisent, possiblement, à long terme au développement de maladies hépatiques (Belotta et al., 2018).

La flore microbienne intestinale des animaux en surpoids et de corpulence normale présenterait également des différences : la diversité de la flore intestinale serait moindre chez

les animaux obèses et elle serait enrichie en bactéries GRAM négatives (Park et al., 2015). Or, cette majorité de bactéries GRAM négatives a été associée à une inflammation gastro-intestinale chronique chez un modèle murin (Im et al., 2012). La flore intestinale des chiens obèses seraient également enrichie en Clostridies (Handl et al., 2013). Par ailleurs, une diminution de la concentration en sérotonine dans le liquide cérébro-spinal (LCS) a également été mise en évidence chez ces chiens (Park et al., 2015) et les conséquences seraient une augmentation de l'appétit mais également un transit colique ralenti chez l'Homme (Mushref et Srinivasan, 2013). Chez le chat, la prévalence de la constipation chez les individus obèses est plus importante (Lund et al., 2005), bien que le lien avec le taux de sérotonine dans le LCS n'ait pas été étudié.

D'autre part, l'excès de poids est également associé à l'émergence de troubles ostéo-articulaires tels que la rupture du ligament croisé crânial ou de la dysplasie coxo-fémorale ainsi que l'accélération des lésions d'arthrose. Tout ceci résulte probablement de contraintes mécaniques plus importantes du fait du surpoids. Néanmoins, en médecine humaine, un lien entre l'indice de masse corporelle et des lésions d'arthrose a été fait sur des articulations non porteuses comme celles du poignet (Cicutini et al., 1996). De même, l'amélioration symptomatique de l'arthrose a été reliée à une perte de tissu adipeux plutôt qu'une perte de poids (Toda et al., 1998). Une étude plus récente a en effet montré que le coussin adipeux infra-patellaire et les ostéophytes étaient la source majeure d'adipocytokines présentes dans le fluide synovial de l'articulation du genou chez l'Homme (Presle et al., 2006).

Ces différentes maladies ne sont que des exemples parmi une liste plus exhaustive des problèmes de santé engendrés par l'obésité (Tableau 1). L'obésité est donc chez le chien comme chez l'Homme la cause de nombreux dysfonctionnements et intervient dans le développement de nombreuses maladies. Elle a donc un impact sur la qualité et la durée de vie des chiens atteints.

Tableau 1 : Résumé des maladies associées à l'excès de poids chez l'Homme, le chien et le chat (German et al., 2010b)

| Catégorie de maladies | Espèce | | |
|--|---|---|--|
| | Homme | Chien | Chat |
| Endocrines et métabolisme lipidique | Diabète de type II, syndrome métabolique, dyslipidémies | Hypothyroïdie, hyperadrénocorticisme, diabète sucré, résistance à l'insuline, syndrome métabolique (expérimental) | Diabète sucré, lipídose hépatique |
| Cardio-respiratoires | Maladies coronariennes, athérosclérose, hypertension, apnée du sommeil, asthme | Collapsus trachéal, « expiratory airway dysfunction » (expérimental), hypertension (importance clinique douteuse), thrombose de la veine porte, hypoxie du myocarde | |
| Orthopédiques (réduction de la mobilité) | Arthrose, douleur musculosquelettique, goutte | Arthrose, affection des ligaments croisés, fracture du condyle huméral, affections des disques intervertébraux, dysplasie coxo-fémorale | Boiterie |
| Néoplasiques | Nombreux cancers incluant le cancer du sein (post-ménopause), rénal, endométrial, prostatique, œsophagien, colorectal, hépatocellulaire | Carcinome des cellules transitionnelles de la vessie, carcinome mammaire (quelques études) | Augmentation du risque |
| Urogénitales | (diabétique) néphropathie | Maladies du tractus urinaire, calculs d'oxalate de calcium, carcinome des cellules transitionnelles de la vessie, affections glomérulaires (expérimental), dystocie | Augmentation du risque de maladies du tractus urinaire |
| Alimentaires | Pancréatite, stéatose hépatique, cirrhose | Pancréatite | Augmentation du risque de maladies buccales et gastro-intestinales |
| Autres | Dépression, complications postopératoires, maladies dermatologiques | Fonction immunitaire | Augmentation du risque de dermatose |

1.3. Une durée et qualité de vie réduite

Chez l'Homme, l'obésité est un facteur réduisant la durée de vie (Prospective Studies Collaboration et al., 2009). Chez le chien, une étude menée sur 48 Labradors a montré qu'une restriction de 25% des apports journaliers permettait d'augmenter la durée de vie (en moyenne de 2 ans pour les animaux restreints) et de retarder l'apparition de signes de maladies chroniques (Kealy et al., 2002). Une cohorte de 39 Labradors a aussi permis de montrer que le maintien d'un poids idéal et la limitation de l'accumulation de tissu adipeux sont deux points clefs de l'augmentation de la durée de vie. Quarante pour cent des chiens dont la NEC était maintenue entre 2 et 4 sur 5 ont atteint l'âge de 12 ans contre seulement 30% pour le groupe témoin (Adams et al., 2018). Il faut cependant noter qu'il s'agit d'une étude rétrospective, les 2 groupes n'étant pas contemporains.

Une autre étude a démontré que l'obésité avait un impact sur la vitalité et les troubles émotionnels chez le chien, la perte de poids permettant d'améliorer la vitalité et de diminuer les troubles émotionnels (German et al., 2012). Une perte d'au moins 15% de poids permettrait d'améliorer la qualité de vie de son chien telle qu'évaluée par le propriétaire. Le

surpoids aurait également un impact sur l'enthousiasme, l'énergie, le confort et l'activité du chien (Yam et al., 2016). Ceci a été mis en évidence d'après un questionnaire rempli par le propriétaire sur la base duquel était calculé un score (HRQL : *health-related quality of life*). Par exemple, la moyenne de ce score concernant « l'énergie/l'enthousiasme » était de 5,6 pour les chiens avec une NEC de 2/5 et seulement de 4,9 pour les chiens avec une NEC de 5/5.

Du fait de sa prévalence, de ses conséquences sur la santé, la qualité de vie et la longévité des chiens, le surpoids doit faire l'objet d'une prévention. Il est donc important de s'interroger sur les facteurs favorisant le surpoids voire l'obésité et ce tout au long de la vie de l'animal.

2. Facteurs prédisposants

Comme pour d'autres maladies, la connaissance des facteurs prédisposants est essentielle dans la lutte contre celle-ci. Ainsi, l'obésité serait favorisée par certaines combinaisons de gènes, par le poids de naissance et la vitesse de croissance. Certains modes de vie sont aussi davantage liés à un risque de surpoids.

2.1. Facteurs génétiques

Chez l'Homme, plusieurs gènes ont été mis en cause dans le phénomène d'obésité comme le gène de la leptine *LEP* ou encore le gène du récepteur à la mélanocortine *MC4R*. En 2005, la mise à jour de la carte génétique de l'obésité humaine comptait plus de 200 gènes impliqués et ce chiffre est amené à augmenter (Rankinen et al., 2006). Dernièrement, un score génétique a même été mis au point afin de mesurer le risque génétique d'obésité (Shabana et al., 2018). Chez le chien et plus particulièrement chez le Labrador, une délétion du gène de la pro-opiomélanocortine (*POMC*) a été reliée à une augmentation du risque d'obésité. Cette mutation, présente uniquement chez le Labrador Retriever et le Floot Coated Retriever, a été associée à une perturbation de la production des peptides neuroactifs β -MSH (*Melanocyte Stimulating Hormone*) et β -endorphine impliqués dans l'équilibre énergétique (Figure 2). Les chiens présentant cette mutation ont tendance à être davantage motivés par la nourriture et également tendent à présenter un poids plus important associé à une plus forte proportion de tissu adipeux (Figure 2) (Raffan et al., 2016). Le gain de poids, par allèle muté, serait d'environ 2 kg ainsi qu'une augmentation de 0,5 de NEC sur une échelle de 9. Dans une autre étude, bien que la présence de la mutation ait été associée à un poids plus important, la corrélation n'a pas été faite entre la présence de la mutation et une augmentation de la note d'état corporel (Mankowska et al., 2017). Cette différence peut s'expliquer par plusieurs biais méthodologiques comme la moindre sensibilité de l'échelle à 5 points ou encore la subjectivité de l'observateur. De plus, Mankowska et al (2017) font l'hypothèse d'après leurs résultats que ce gène est récessif (pas de différence significative entre les 2 allèles sauvages et allèle sauvage/allèle muté) alors que Raffan et al (2016) font l'hypothèse d'un gène dominant. D'autres études doivent être menées pour s'assurer de cet effet.

La relation entre diabète sucré et mutation du gène *POMC* a également été analysée sans qu'aucune association entre la présence de la mutation et l'apparition de la maladie chez le Labrador n'ait pu être mise en évidence (Davison et al., 2017).

Parmi les Labradors, il apparaît que dans la population de chiens sélectionnés pour devenir chiens guides, la fréquence de la mutation du gène *POMC* serait nettement plus élevée que dans la population générale des Labradors : 45% contre 12% respectivement. L'attirance pour la nourriture pourrait en effet contribuer à rendre l'éducation plus aisée pour ces chiens (Raffan et al., 2016).

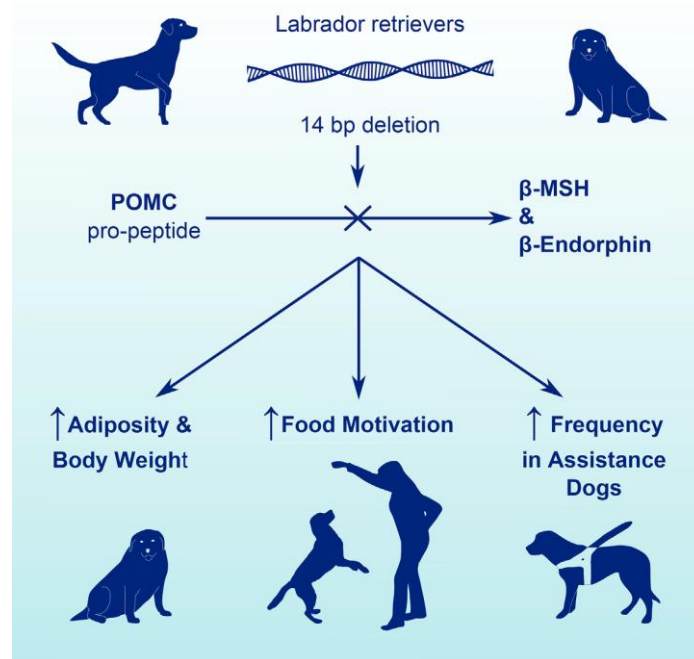


Figure 2 : Représentation schématique de la mutation du gène *POMC* et de ses conséquences (Raffan et al., 2016)

2.2. Poids de naissance et croissance

Chez l'Homme, l'obésité est un phénomène qui s'observe à la fois chez l'adulte et chez l'enfant. Afin de comprendre au mieux le développement de l'obésité, des recherches ont été menées sur les relations entre obésité infantile et obésité de l'adulte (Nam et Lee, 2018). Tout d'abord, le poids à la naissance aurait déjà une influence sur la prédisposition à l'obésité chez l'adulte. En effet, les nourrissons dit « petits pour leur âge gestationnel » (*small for gestational age*=SGA, c'est-à-dire dans les valeurs les plus faibles de circonférence crânienne, taille et poids par rapport à des échelles standards) ont un risque d'obésité à l'âge adulte plus important (Binkin et al., 1988). Le mécanisme n'est pas totalement compris mais l'hypothèse serait que la compensation de croissance entre la naissance et la petite enfance prédisposerait les individus à un excès de tissu adipeux notamment au niveau du tronc. De même, un poids de naissance inférieur à 2,5 kg ou supérieur à 4 kg est associé à un risque de diabète à l'âge adulte notablement plus important (odds ratio=1,32 et 1,27 respectivement) (Harder et al., 2007). Le poids de naissance a donc des impacts sur le métabolisme de l'individu à l'âge adulte. Néanmoins l'effet du poids de naissance reste controversé. Bien que

plusieurs études s'entendent sur le fait que le risque d'obésité est augmenté chez les enfants SGA, la prévalence de l'obésité à l'âge adulte pour ces individus n'est pas connu (Nam et Lee, 2018). Certaines études montrent même que les nourrissons SGA ont tendance à être plus maigres à l'adolescence et que la catégorie la plus représentée parmi les individus adultes obèses est celle des « grands pour leur âge gestationnel » (pourcentage de tissu adipeux égale à 15% pour les SGA contre 18% pour les « grands pour leur âge gestationnel ») (Kramer et al., 2014).

De plus, la croissance au cours de la très petite enfance a elle aussi une influence considérable : un enfant dont le poids est dans le plus haut quintile entre la naissance et 5 mois double son risque d'obésité vers 4,5 ans (Dubois et Girard, 2006). De même, une croissance trop rapide lors de la première année de vie est un facteur de risque avéré d'obésité à l'âge adulte (Weng et al., 2012) : les enfants dans le plus haut tercile de prise de poids entre la naissance et 5 mois avaient 1,6 fois plus de risque d'être en surpoids entre 9 et 14 ans (Rooney et al., 2011).

Une étude menée sur 854 individus a mis en évidence qu'un enfant obèse avant l'âge de 3 ans avait moins de risque d'être obèse à l'âge adulte qu'un enfant obèse entre 15 et 17 ans (odd ratio respectivement de 1,3 et 17,5). Ainsi, plus l'obésité persiste chez l'enfant, plus le risque d'obésité à l'âge adulte augmente (Whitaker et al., 1997).

Aucune étude n'a encore caractérisé l'effet du poids de naissance et de la croissance sur l'obésité canine. Néanmoins, la maladie prenant des formes très similaires à celles observées chez l'Homme, il est légitime de s'y intéresser en tant que facteur de risque d'obésité.

2.3. Statut et mode de vie

Bien qu'il existe des facteurs de risque liés à la génétique et au développement de l'individu, l'environnement et le mode de vie du sujet obèse influencent également le risque de surpoids. Les bonnes habitudes alimentaires et l'activité physique sont les deux piliers de la lutte contre l'obésité en médecine humaine, soulignant l'influence de la sédentarité et la nutrition sur l'état d'embonpoint. Or, aujourd'hui, les animaux de compagnie sont de plus en plus considérés comme des membres à part entière de la famille et de ce fait suivent le même mode de vie que leurs propriétaires.

L'étude des facteurs de risque d'obésité chez le chien en France a mis en évidence que le surpoids touchait particulièrement les femelles, les sujets stérilisés, âgés de plus de 1 an et les Retrievers (Colliard et al., 2006). La stérilisation est depuis longtemps reconnue comme un facteur de risque d'obésité puisqu'elle diminue les besoins énergétiques globaux de l'animal de 20% (Birmingham et al., 2014). De ce fait, l'alimentation et l'activité de l'animal doivent être adaptées. De même, le dépôt de tissu adipeux est un phénomène qui demande du temps, les animaux en surpoids se retrouvent donc majoritairement parmi les adultes (odd ratio de 12 pour les chiens de plus de 12 ans contre 3 pour les chiens entre 2 et 3 ans comparé aux chiens de moins de 1 an, Colliard et al., 2006).

D'autre part, l'analyse de l'environnement des chiens obèses a révélé que le fait de vivre en maison, avoir un propriétaire de plus de 40 ans ou retraité et de recevoir des récompenses étaient des causes d'obésité avérées (Colliard et al., 2006).

Une enquête plus récente, menée en 2017 sur 482 jeunes chiens entiers de race pure, a mis en évidence plusieurs facteurs de risque de surpoids. Dans cette étude, le taux d'animaux en surpoids était également plus important chez les femelles (28,4% chez les femelles contre 16,6% chez les mâles). De plus, le lieu de couchage avait une influence significative : un couchage placé en intérieur augmente la proportion d'animaux en surpoids (24,6% contre 14,3% pour un couchage extérieur). Un temps de promenade quotidien supérieur à 1h était également associé à une réduction d'un facteur 2 de la proportion d'animaux en surpoids. D'autre part, un groupe racial se détache en matière de tendance au surpoids : il s'agit de la catégorie des chiens rapporteurs/leveurs de gibier et des chiens d'eau (groupe 8) dont fait partie le Labrador Retriever (Charcosset, 2017).

L'obésité chez nos animaux de compagnie et particulièrement chez le chien est un problème de plus en plus fréquent. En outre, les conséquences pour la santé de l'animal sont désastreuses. Ce phénomène est le résultat d'une interaction de facteurs génétiques et environnementaux. Ces derniers sont une piste à explorer pour lutter contre l'obésité avec l'adhésion des propriétaires. Néanmoins, le poids de leur animal de compagnie est un sujet délicat à aborder. En effet, dans une étude australienne, McGreevy et al (2005) ont montré que le nombre de propriétaires ayant eu l'information que leur chien était en surpoids était plus faible que le nombre de chiens effectivement en excès de poids suite à une consultation de routine. Ce qui suggérait que certains vétérinaires étaient réticents à donner ou à insister sur cette information. Recourir à des méthodes plus objectives avec des résultats chiffrés pourraient faire accepter plus facilement le surpoids de leur chien aux propriétaires. De plus, des mesures précises amélioreraient le suivi de manière considérable en le quantifiant d'où la nécessité d'instaurer des outils de mesure objectifs.

3. Méthodes d'évaluation du surpoids et de l'obésité chez le chien

De nombreuses méthodes sont utilisées afin d'estimer la proportion de tissu adipeux chez le chien et ainsi qualifier l'état d'embonpoint de l'animal. Ces différents moyens de mesure diffèrent par leur précision et leur facilité de mise en œuvre.

3.1. Le poids : limites de la mesure

La pesée est un acte rapide, facile à réaliser en clinique et demandant peu de matériel. Cependant, il convient de s'interroger sur sa fiabilité en tant que méthode de mesure et de suivi de l'état corporel d'un chien. En effet, elle permet d'évaluer le poids vif de l'animal qui prend en compte à la fois la masse maigre, la masse grasse ainsi que les organes et le squelette. Il est donc évident que beaucoup de facteurs influencent le poids vif. Du fait de l'âge et du format racial du chien, les variations de poids sont conséquentes. Cependant, pour

un même individu, le suivi du poids peut permettre de donner une idée de l'évolution de la composition corporelle d'un individu. Chez les ruminants, une augmentation de poids vif serait l'effet d'un dépôt lipidique plus important (Faverdin et Fisher, 2016). Il faut cependant, afin de rendre la mesure la plus précise possible, la réaliser dans les mêmes conditions et avec le même matériel.

Malgré la facilité de la pesée, il semblerait que cet examen soit encore rarement réalisé. Bien que 70% (n=148) des vétérinaires pèsent leurs patients (German et Morgan, 2008), la fréquence est encore insuffisante (médiane de 114 jours entre 2 mesures).

Néanmoins, aujourd'hui, beaucoup de cliniques ont une balance en libre-service et la pesée du chien dès la salle d'attente, directement par son propriétaire, est de plus en plus répandue.

La pesée, bien que simple, rapide, non invasive et sans technicité manque de sensibilité pour estimer la composition corporelle d'un animal et particulièrement la masse grasse qui permet d'apprécier l'état d'embonpoint d'un animal.

3.2. Méthodes nécessitant un matériel spécifique, coûteuses mais fiables

3.2.1. Absorptiométrie biophotonique à rayons X (DEXA)

L'absorptiométrie biphotonique à rayons X (DEXA) permet de réaliser des analyses précises et complètes de la composition corporelle, et notamment des os, de la répartition entre la masse maigre et la masse grasse, ainsi que de la densité minérale osseuse. C'est la méthode de référence actuelle. Elle est basée sur le ralentissement différent de protons, portés à 2 niveaux d'énergie distincts, selon le tissu traversé (os, muscle, graisse). Pour cela, l'animal doit être anesthésié et scanné entièrement ce qui demande une vingtaine de minutes environ. Puis une acquisition à l'aide de logiciels spécifiques permet de calculer la quantité de chaque type de tissu (German et al, 2010).

Cette méthode a été validée chez le chien par l'équipe de Speakman et al (2001) sur 6 cadavres de chiens de différentes races. L'analyse chimique des cadavres a montré que la méthode DEXA était précise à 2% près concernant la masse grasse.

Cette technique de mesure est donc très sensible et présente l'avantage d'être peu irradiante. Cependant, le matériel nécessaire est coûteux et très peu disponible en médecine vétérinaire. De plus, cet examen nécessite une anesthésie puisque l'animal doit être immobile au moment de l'acquisition. Il est donc difficile d'envisager cet acte en routine.

3.2.2. Dilution à l'oxyde de deutérium

Cette méthode est basée sur le fait que l'eau corporelle est associée aux tissus autres que la graisse. Le deutérium est un isotope lourd de l'hydrogène et permet de former l'oxyde de deutérium (D₂O). Cette molécule a la même distribution que l'eau dans l'organisme et constitue donc un traceur stable et inoffensif permettant une estimation indirecte de la masse maigre (Mawby et al., 2004).

Ce procédé nécessite plusieurs étapes. Tout d'abord, une prise de sang est réalisée. Puis, une injection intraveineuse de D₂O à la dose de 0,275g/kg est effectuée. Deux heures plus tard, un nouveau prélèvement sanguin est réalisé. Les deux échantillons sont ensuite analysés par

spectrométrie. A partir de ces deux mesures, l'eau corporelle totale est ensuite calculée. La teneur en eau des tissus maigres a été évaluée à 73,2% (Ferrier et al., 2002). Le pourcentage de masse grasse est évalué selon la formule (Mawby et al., 2004) :

$$\text{Proportion de masse grasse} = 100 - \text{proportion d'eau corporelle}/0,732.$$

L'analyse chimique de cadavres a permis de valider cette méthode (Burkholder et Thatcher, 1998). La dilution à l'oxyde de deutérium a été comparée également à la DEXA ($r^2=0,78$) sur 23 chiens (Mawby et al., 2004). D'autres études ont montré que la variation de l'estimation de la proportion de masse grasse était proche de 2% (Yaguiyan-Colliard et al., 2015).

Par conséquent, cette méthode est satisfaisante pour avoir une idée précise de la composition corporelle d'un animal. Néanmoins, la dilution au deutérium est fastidieuse à mettre en place hors contexte de recherche puisqu'elle nécessite un matériel technique et onéreux.

3.2.3. Bioimpédancemétrie

Technique développée plus récemment, elle consiste en la mesure de la résistance des tissus biologiques face à un courant sinusoïdal de haute fréquence. Ce dernier est envoyé dans l'animal par l'intermédiaire de plusieurs électrodes. La bioimpédancemétrie permet de déterminer les volumes d'eau intra et extracellulaires et d'obtenir ensuite le pourcentage de tissu adipeux. Cependant, en comparant cette méthode à la DEXA, les différences observées n'étaient pas cliniquement acceptables (Jeusette et al., 2010). Mais en associant la bioimpédance à des mesures morphométriques, les résultats se sont montrés plus satisfaisants. Un protocole plus récent a donc combiné les deux approches au travers d'équations prédictives validées par comparaison à la dilution au deutérium (Yaguiyan-Colliard et al., 2015). La prise de mesure dure seulement quelques minutes. Les animaux peuvent être vigiles et ne ressentent pas le courant, ce qui en fait l'une des méthodes les plus abordables en clinique. Néanmoins, ces équations, établies chez des Beagles, ne sont pas généralisables à toutes les races. D'autres études sont nécessaires afin de prendre en compte la race, le type de fourrure, l'excès de tissu adipeux et le poids.

3.2.4. La tomодensitométrie

L'acquisition d'images tomодensitométriques en coupe transversale permet de calculer le nombre de pixels occupés par du tissu adipeux et ainsi calculer une surface en cm^2 . L'obtention des mesures se fait sur un animal en décubitus dorsal et immobile, une courte sédation est donc nécessaire. La technique validée consiste en une mesure au niveau de la vertèbre lombaire L3 avec une fenêtre scanner de -135/-105 HU. Cette méthode a été validée par comparaison avec la dilution au deutérium sur 7 Beagles ($r=0,98$) (Ishioka et al., 2005). Le scanner permet donc d'estimer la composition corporelle d'un animal de façon simple. Cependant, bien que cette technique soit de plus en plus disponible en médecine vétérinaire, le matériel et la technicité sont loin d'être disponibles dans toutes les cliniques et le coût de l'examen (plusieurs centaines d'euros) reste un facteur très limitant pour une utilisation régulière en médecine courante.

3.2.5. La résonance magnétique quantitative (IRM)

L'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est aussi une solution pour évaluer la composition corporelle. Par détermination du volume corporel d'eau et du taux d'hydratation de la masse maigre, elle permet d'obtenir la masse de tissu adipeux. L'acquisition des images peut se faire sur animal vigile si celui-ci est maintenu immobile à l'aide d'un caisson spécifique. La méthode IRM a été comparée à la dilution au deutérium sur 58 Beagles et la quantité de tissu adipeux est sous-estimée de 15,4% (Zanghi et al., 2013). D'autres études sont donc nécessaires pour améliorer la précision de cette mesure. De plus, l'examen reste coûteux pour vérifier en routine l'embonpoint d'un animal et peu de matériels IRM sont disponibles en médecine vétérinaire.

Toutes ces méthodes sont plus précises que le poids pour estimer la masse grasse d'un animal mais leur mise en pratique est coûteuse en matériel et en temps. Une technique semi quantitative n'est encore pas assez utilisée en routine par les vétérinaires (German et Morgan, 2008) : l'évaluation de la Note d'Etat Corporel.






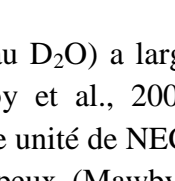
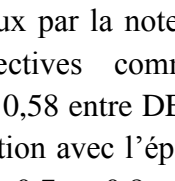
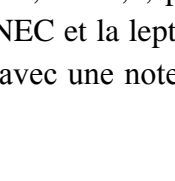

3.3. La Note d'Etat Corporel : facile à mettre en œuvre mais peu sensible

3.3.1. Signification

La notation de l'état corporel est basée sur l'observation et la palpation de l'animal au niveau de sites anatomiques précis. Elle permet de présumer de l'état d'embonpoint via l'estimation de la quantité de tissu adipeux sous cutané. Cette méthode est largement reconnue et utilisée pour étudier les effets de l'obésité chez le chien (Tvarijonaviciute et al., 2012b ; Frank et al., 2015) ou pour étudier la prévalence de l'obésité (McGreevy et al., 2005).

La technique et l'échelle établies par Laflamme en 1997 chez le chien, sont aujourd'hui adoptées internationalement. Il existe 3 tableaux de scores : en 5 catégories, 6 catégories ou 9 catégories (Tableau 2).

Tableau 2 : Système d'estimation de la note d'état corporel à 9 catégories chez le chien (d'après Laflamme, 1997)

| NEC | Signification | Palpation du squelette Répartition du tissu adipeux | Visualisation de la silhouette | Image |
|-----|---------------|---|---|---|
| 1 | Emacié | Côtes, vertèbres lombaires, bassin et saillies osseuses évidentes à distance Pas de tissu adipeux discernable | Fonte musculaire extrême |  |
| 2 | Très maigre | Côtes, vertèbres lombaires et bassin bien visibles, autres saillies osseuses visibles Pas de tissu adipeux palpable | Fonte musculaire minimale |  |
| 3 | Maigre | Côtes facilement palpables voire visibles, apophyses épineuses des vertèbres lombaires visibles, bassin proéminent Pas de tissu adipeux palpable | Taille marquée Incurvation abdominale ventrale bien dessinée |  |
| 4 | Fin | Côtes facilement palpables Tissu adipeux minimal | Taille facilement discernable en vue de dessus Abdomen incurvé |  |
| 5 | Idéal | Côtes palpables Pas d'excès de tissu adipeux | Taille discernable en vue de dessus Incurvation abdominale légère |  |
| 6 | En surcharge | Côtes palpables Léger excès de tissu adipeux | Taille et incurvation abdominale apparentes mais non évidentes |  |
| 7 | Gros | Côtes difficilement palpables Excès de tissu adipeux sur les côtes, les lombes et la base de la queue | Absence de taille et d'incurvation abdominale, ou difficiles à visualiser |  |
| 8 | Obèse | Côtes palpables en exerçant une forte pression Fort dépôt adipeux sur les côtes, les lombes et la base de la queue | Absence de taille et d'incurvation abdominale Distension abdominale évidente |  |
| 9 | Très obèse | Côtes non palpables Dépôt adipeux majeur sur l'encolure, les membres, les côtes, le rachis et la base de la queue | Absence de taille et d'incurvation abdominale Distension abdominale majeure |  |

3.3.2. Validation

La comparaison à des méthodes de référence (DEXA, dilution au D₂O) a largement montré la fiabilité de cette méthode ($r^2=0,92$ avec la DEXA, Mawby et al., 2004). La condition corporelle idéale correspond à 11,2% de tissu adipeux et chaque unité de NEC (*note d'état corporel*) correspond à une augmentation de 8,7% de tissu adipeux (Mawby et al, 2004). Certaines études montrent même que l'estimation du tissu adipeux par la note d'état corporel serait plus précise que d'autres méthodes plus objectives comme la bioimpédancemétrie ($r^2=0,42$ entre DEXA et bioimpédancemétrie contre 0,58 entre DEXA et NEC, German et al., 2010). La NEC est également fortement en adéquation avec l'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané mesurée par échographie (r compris entre 0,7 et 0,8, $p<0,01$, Payan-Carreira et al., 2016). Il existe également une corrélation entre la NEC et la leptinémie (Ishioka et al., 2007), la concentration circulante en leptine augmentant avec une note d'état corporel plus élevée (Tableau 3).

Tableau 3 : Concentration plasmatique en leptine en fonction de la note d'état corporel chez le chien (/5, moyenne \pm SE) (Ishioka et al., 2007)

| NEC | Leptinémie (ng/mL) |
|-----|-----------------------|
| 3 | 3,0 \pm 0,4 (n=45) |
| 4 | 8,6 \pm 0,7 (n=46) |
| 5 | 12,8 \pm 0,8 (n=75) |

Cette estimation de la quantité de tissu adipeux sous-cutané reste cependant une méthode semi-quantitative soumise à la subjectivité et l'expérience de l'opérateur. En effet, lorsque l'on demande aux propriétaires de scorer leur animal, 78% sous-estiment la NEC et 11% la surestiment (Yam et al., 2017). Une autre étude a montré que cette sous-estimation était encore plus importante lorsqu'il s'agissait d'une description orale (très mince, mince, optimal, surpoids, obèse) par rapport à une description avec des dessins (respectivement 77% de sous-estimation et 51% concernant les chiens obèses, Colliard et al, 2006). Il est donc nécessaire de s'intéresser de plus près à la sensibilité de cette mesure.

3.3.3. Sensibilité

Bien que cette méthode ait démontré sa performance par rapport à des méthodes plus objectives (DEXA, dilution au D₂O), des limites ont aussi été mises en évidence. En effet, la NEC ne permet pas d'évaluer de façon fiable un taux de masse grasse supérieur à 40% chez le chien (Witzel et al., 2014). De plus, selon les études, l'augmentation du pourcentage de tissu adipeux entre deux catégories de NEC varie. Pour l'échelle à 9 catégories, un point de NEC correspondrait à une augmentation de 5% de la proportion de tissu adipeux (Laflamme, 1997 ; Jeusette et al., 2010). Concernant l'échelle avec 5 catégories, la variation de tissu adipeux entre deux notes serait estimée entre 3 et 9 %, ce qui correspond à une perte/gain de poids entre 5 et 15 % (German et al., 2009b). De plus, pour la même NEC, les femelles ont un pourcentage de tissu adipeux de 2 points plus important que celui des mâles (Laflamme, 1997).

L'échelle avec 9 catégories est cependant la plus souvent utilisée du fait de sa plus grande sensibilité ($r^2=83,9\%$ par rapport au DEXA, German et al., 2006). La note idéale est alors de 5/9 ce qui correspond à $17,2\pm 10\%$ de tissu adipeux chez le mâle et $19,9\pm 10\%$ chez la femelle.

3.4. Développement d'autres méthodes non invasives

Des recherches ont été faites pour développer des méthodes nécessitant moins de matériel et moins d'étapes par rapport à la DEXA ou à la dilution au deutérium. L'échographie et la morphométrie sont les deux méthodes alternatives les plus susceptibles d'être utilisées en routine.

3.4.1. Echographie

La mesure échographique pour l'estimation de la quantité de tissu adipeux a d'abord été mise en œuvre pour les animaux de rente dans le but d'optimiser les résultats de production. En élevage porcin, l'épaisseur de lard sous-cutané constitue un paramètre important pour décider des mesures diététiques à mettre en place pour optimiser la croissance des porcelets et la reproduction de la truie (Sather et al., 1996 ; Dourmad et al., 2001 ; McEvoy et al., 2007 ; Jung et al., 2015). Le site de mesure chez le porc appelé « P2 » est situé entre 6,5 et 7 cm de la ligne médiane, en arrière de la dernière côte. De cette mesure découlent les décisions concernant le plan alimentaire. De plus, l'échographie sert également à estimer le rendement et la qualité de la carcasse (Sather et al., 1996 ; Jung et al., 2015).

Cette méthode est aussi employée en élevage bovin. Ce procédé a été utilisé à la fois chez des races laitières et des races allaitantes, là encore, dans le but d'améliorer les performances de production (Domecq et al., 1995 ; Hussein et al., 2013 ; Emenheiser et al., 2014). D'autre part, l'échographie est aussi un outil d'estimation de la qualité de la carcasse avant abattage (Raschka et al., 2016).

Chez le chien, cette technique a été testée par Wilkinson et McEwan en 1991. Cinq mesures de l'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané ont été réalisées par échographie au niveau de 6 sites anatomiques différents (aisselle, poitrine, flanc, abdomen, cuisse et lombes). La valeur moyenne a ensuite été comparée à la mesure de l'épaisseur de tissu adipeux obtenue par histologie sur une biopsie réalisée au niveau de chaque site considéré. La région lombaire s'est avérée la plus précise pour estimer la composition corporelle d'un chien (Wilkinson et McEwan, 1991). Mooroka et al (2001) ont ensuite essayé d'analyser quel était le meilleur site de mesure au niveau du dos de l'animal. Un plan transversal au niveau du sommet du processus épineux de la sixième vertèbre lombaire, de la septième vertèbre lombaire et la première vertèbre sacrée se sont avérés adaptés. D'autre part, au niveau du site lombaire et abdominal, le dépôt adipeux est le plus important et donc plus aisé à mettre en évidence (par rapport aux autres sites positionnés sur la figure 3) (Payan-Carreira et al., 2016). L'estimation du tissu adipeux total est réalisée en faisant la moyenne de 3 mesures au niveau du site lombaire (Figure 4). La mesure est ensuite intégrée à l'équation suivante :

Proportion de tissu adipeux (%) = 17,48 + (9,77x épaisseur de tissu adipeux lombaire (cm))
(Wilkinson et McEwan, 1991).

Cette technique nécessite un échographe et une sonde linéaire multifréquence (fixée sur 10 MHz) (Payan-Carreira et al., 2016). Aucune préparation de l'animal n'est nécessaire. L'application d'alcool et de gel est suffisante pour obtenir les images voulues sans tonte préalable. De ce fait, cet examen peut s'inclure, en pratique, dans une consultation de routine.

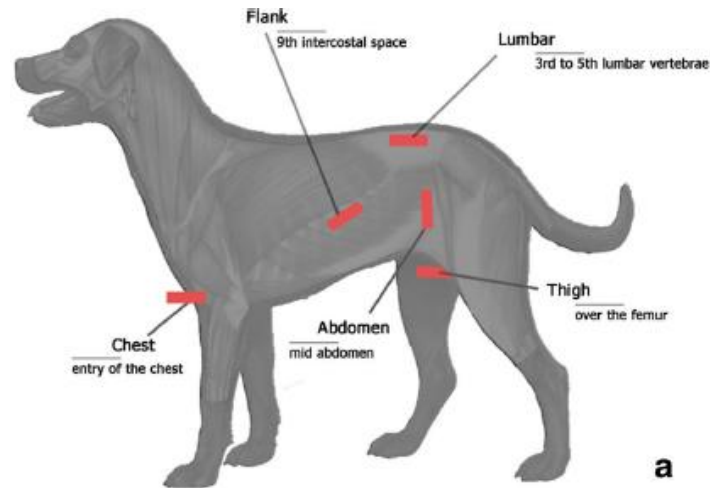


Figure 3 : Sites anatomiques de mesure d'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané chez le chien (Payan-Carreira et al., 2016)

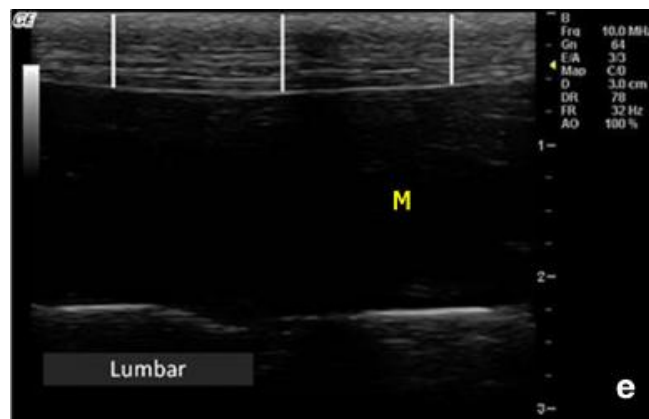


Figure 4 : Exemple de mesure échographique du tissu adipeux sous-cutané à l'échographie (moyenne sur 3 mesures correspondant aux lignes verticales) au niveau lombaire (M=muscle) (Payan-Carreira et al., 2016)

3.4.2. Morphométrie

Une autre méthode inspirée de la médecine humaine et en cours de développement chez le chien est la morphométrie. En effet, l'indice de masse corporelle (IMC) qui tient compte à la fois du poids et de la taille de l'individu, est utilisé chez l'Homme pour évaluer le degré de surpoids. Il en existe une version chez l'espèce canine :

Indice de masse corporelle = Poids vif (kg) / hauteur de l'épaule (cm) x longueur depuis la protubérance occipitale jusqu'à la base de la queue (cm) (Mawby et al., 2004).

Mais chez le chien, les variations de taille et de morphologie inter-raciales rendent cette méthode imprécise (Ishioka et al., 2007 ; Jeusette et al., 2010). Il faut considérer des mesures spécifiques pour l'espèce canine en prenant en compte un plus grand nombre de paramètres morphométriques afin de tenir compte au mieux des différences de format (Figure 5) (Mawby et al., 2004).

Tissu adipeux chez le mâle (%) = 1,4 HS + 0,7 PC + 4
 Tissu adipeux chez la femelle (%) = 1,7 HS + 0,93 PC + 5
 Tissu adipeux sans catégorisation de genre (%) = (0,0034 HS² + 0,0027 PC² - 1,9)/ BW

Avec : HS = longueur du calcanéus au ligament patellaire du membre pelvien droit (cm)
 PC = circonférence pelvienne (cm)
 BW = poids vif (kg)

Figure 5 : Equations estimant le pourcentage de tissu adipeux chez le chien à partir de données morphométriques (établies sur une population de 23 chiens de races différentes, 12 mâles et 11 femelles) (Mawby et al., 2004)

Ces équations ont été validées par comparaison à la méthode DEXA ($r^2=0,92$, Mawby et al., 2004). Cependant, les chiens de cette étude atteignaient au maximum 40% de tissu adipeux. Une étude plus récente a été réalisée sur 83 chiens dont 54 chiens avec un pourcentage de tissu adipeux supérieur à 40% (Figure 6) (Witzel et al., 2014). Un plus grand nombre de mesures morphométriques ont été également pris en compte dans ces équations (Figure 6).

Masse maigre (g) = [8,25 x Poids - 9,02 x Age + (circonférence de la tête/6)² + 96,86 x longueur membre antérieur - 111,07 x (longueur membre antérieur - longueur membre postérieur) - 357,18]^{1.333} x 0,8

Masse grasseuse (g) = 229,04 x Poids - 416,63 x longueur membre postérieur^{1.2} + 157,78 x (circonférence thoracique - circonférence de la tête) + 908,79

Pourcentage de tissu adipeux = 0,71 x circonférence thoracique - 0,1 x (circonférence pelvienne/6)² - 5,78 x longueur membre postérieur^{0.8} + 26,56 x (circonférence pelvienne/circonférence de la tête) + 2,06

Avec :

Circonférence de la tête : entre les yeux et les oreilles et la partie la plus large de la tête

Circonférence thoracique : autour du thorax entre la 4^{ème} et la 6^{ème} côte

Circonférence pelvienne : autour de l'abdomen vers la 5^{ème} côte

Hauteur au garrot : du sol au sommet du garrot

Longueur membre antérieur : depuis la partie proximale du coussinet métacarpien jusqu'à la pointe de l'olécrane

Longueur membre postérieur : depuis la tubérosité calcanéenne jusqu'à la partie proximale du coussinet métatarsien.

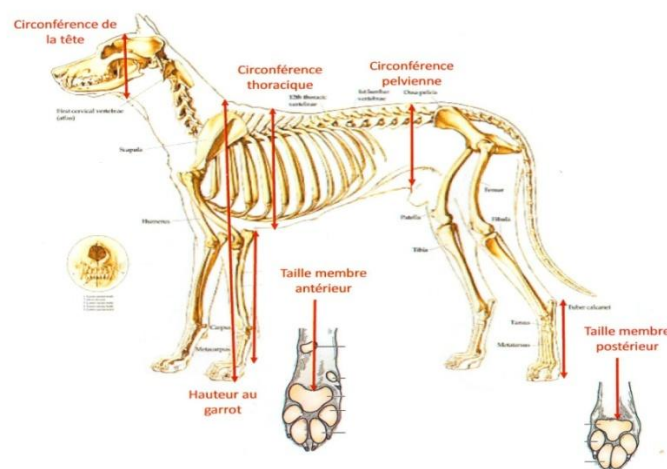


Figure 6 : Equations estimant la masse maigre, la masse grasseuse et le pourcentage de tissu adipeux chez le chien à partir de mesures morphométriques (Witzel et al., 2014)

Les résultats obtenus par cette technique se sont révélés plus précis que la note d'état corporel par comparaison avec les résultats obtenus par DEXA. La valeur obtenue par la NEC se rapprochait à 10% près de celle obtenue par DEXA dans 13% des cas contre 67% pour la morphométrie (Witzel et al., 2014).

Cette méthode nécessite peu de matériel, aucune préparation de l'animal et est relativement rapide. Bien qu'elle soit encore à développer, cette alternative semble tout à fait réalisable en routine.

3.4.3. Photographie

Récemment, des chercheurs se sont intéressés à la performance de la photographie pour réaliser une note d'état corporel visuelle. L'étude a été conduite sur 155 chiens photographiés avant et après perte de poids. Une note d'état corporel visuelle a été attribuée à chaque chien à la fois par un observateur expérimenté et par un observateur moins averti. Trois méthodes ont été utilisées : la mesure du rapport largeur abdominale/largeur thoracique, l'utilisation de la description visuelle de la note d'état corporel d'après Laflamme, 1997) et une combinaison des deux méthodes. La comparaison avec la méthode DEXA a montré que cette méthode était plutôt fiable ($r^2=0,5$, $p<0,001$, Gant et al., 2016). En revanche, la précision de cette méthode variait beaucoup en fonction de l'expérience de l'observateur. D'autre part, l'âge, le sexe, la race, la longueur et la couleur du pelage n'auraient pas d'influence sur les résultats (Gant et al., 2016).

Il existe donc de nombreux moyens d'estimer la proportion de tissu adipeux chez un chien. Seulement, les plus précis et objectifs d'entre eux ne peuvent être appliqués en routine dans les cliniques vétérinaires. Or, le diagnostic, la prise en charge et le suivi du surpoids dans l'espèce canine doivent pouvoir être réalisés en pratique courante pour lutter efficacement contre ce fléau. Les alternatives non invasives, rapides et peu coûteuses comme la morphométrie, proposées pour le moment sont plus que prometteuses mais nécessitent d'autres études afin d'en améliorer la méthodologie et la reproductibilité.

L'objectif de notre étude a donc été d'une part d'analyser les facteurs de risque de surpoids, de la naissance à l'âge adulte, dans une population à risque homogène que sont les chiens guides de race Labrador. D'autre part, sur cette cohorte, des méthodes d'estimation du tissu adipeux (morphométrie, échographie, photographie) ont été comparées à l'évaluation de la note d'état corporel par observation et palpation.

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE

Les objectifs de ce travail étaient d'une part, d'identifier des facteurs de risque de surpoids chez des animaux issus d'un élevage de chien-guides d'aveugles et d'autre part, d'estimer la proportion de tissu adipeux, dans cette population spécifique, en utilisant des méthodes non invasives.

1. Matériel et méthodes

1.1. Population étudiée

Les animaux recrutés dans cette étude sont nés et ont été élevés au CESECAH (Centre d'Etude, de Sélection et d'Elevage pour Chiens Guides d'Aveugles et Autres Handicapés) de Lezoux (63). Cet élevage produit des chiens de race Labrador Retriever, Golden Retriever ainsi que des croisés Labrador ou Golden qui peuvent être classés en quatre catégories : les animaux réformés, les chiens de travail, les retraités et les reproducteurs :

- Les adultes réformés sont des chiens qui n'ont pas pu être sélectionnés comme reproducteurs ou comme chiens de travail du fait de tares génétiques, de malformations ou de maladies intercurrentes.
- Les chiens de travail sont sélectionnés et entraînés pour devenir des chiens guides. Ils sont stérilisés vers l'âge de 1 an. Ceux qui étaient présents sur le centre au moment de la mise en œuvre du protocole étaient en cours de formation.
- Les chiens retraités sont d'anciens reproducteurs qui ont été stérilisés au moment de la mise à la retraite.
- Les reproducteurs sont des mâles et des femelles restés entiers qui participent à la production de futurs chiens guides ou de futurs reproducteurs.

Tous ces chiens vivent dans des familles d'accueil dans un rayon de 50 km autour du CESECAH. L'alimentation de la marque Royal Canin (Royal Canin, Aimargues, France) est fournie par le CESECAH. Les chiots sont nourris avec des croquettes Starter jusqu'à 3 semaines d'âge environ puis avec des croquettes Labrador Retriever Junior jusqu'à l'âge d'un an environ (à l'exception des chiens de travail qui sont nourris avec des croquettes Maxi Junior du sevrage à l'âge d'un an). L'alimentation des adultes varie selon la fonction du chien. Les reproducteurs sont nourris avec des croquettes Labrador Retriever Adult, les réformés et les retraités avec des croquettes Labrador Retriever Sterilised, et enfin les chiens de travail avec des croquettes Maxi Adult. Pour les chiens adultes, les doses recommandées par le CESECAH sont de 180-200g 2 fois par jour pour les femelles et 220g 2 fois par jour pour les mâles.

1.2. Données récoltées

Le recueil des données s'est déroulé autour de 4 « ateliers » (Questionnaire, Morphométrie, Echographie et Prélèvements) regroupés dans la même salle (annexe). Les chiens étaient en permanence accompagnés soit par leur famille d'accueil soit par un membre de l'équipe du CESECAH. Pour les ateliers Morphométrie, Echographie et Prélèvements, deux personnes étaient présentes pour réaliser d'une part la contention et d'autre part, la mesure ou le prélèvement. Le passage par les quatre ateliers durait au total environ 30 minutes par chien.

1.2.1. Questionnaire

Un questionnaire a été proposé à la famille d'accueil du chien. Il avait pour but de rechercher des habitudes alimentaires et comportementales chez les chiens obèses ainsi que d'éventuels facteurs de risque liés à l'animal et au propriétaire. Il comportait des questions relatives à la santé du chien, son mode de vie, son alimentation ainsi que le mode de vie de la famille d'accueil. Une partie de ce questionnaire se basait sur l'étude de Raffan et al (2015) et permettait de calculer deux scores à partir des réponses données :

- « Food motivation » : qui évaluait le comportement du chien face à la nourriture à travers ses habitudes alimentaires (rapidité d'ingestion, gourmandise, satiété...) et son degré d'intérêt envers la nourriture.
- « Owner management » : qui estimait l'attention portée par le propriétaire au poids de son chien, à son exercice journalier, son alimentation et son état de santé.

1.2.2. Note d'état corporel (NEC)

Une note d'état corporel a été attribuée à l'animal après observation et palpation de celui-ci par le même opérateur selon la grille proposée par Laflamme (1997) (Tableau 2).

La NEC a servi de référence, dans cette étude, pour évaluer l'état d'embonpoint des animaux. Le surpoids a été défini comme une note d'état corporel supérieure ou égale à 7 et les chiens normaux ont été définis comme ayant des NEC de 4 ou 5.

1.2.3. Mesures morphométriques et poids

Six mesures ont été effectuées dans différentes régions anatomiques à l'aide d'un mètre ruban souple et d'une toise pour la hauteur au garrot. Le chien était placé debout, assis ou en décubitus latéral selon sa préférence. Toutes les mesures ont été faites par le même opérateur, en cm avec une précision décimale. Ces différentes mesures ont été réalisées selon Witzel et al (2014) (Figure 6).

Le pourcentage de tissu adipeux a ensuite été calculé selon l'équation proposée par Witzel et al (2014) (Figure 6).

De plus, tous les chiens ont été pesés le jour des expérimentations soit par la balance électronique du CESECAH soit par celle fournie par le CHUVAC (Centre Hospitalier Vétérinaire des Animaux de Compagnie) de Toulouse (Balance *ADAM EQUIPMENT FR*, modèle *CPWplus150*, 900x600 mm, capacité 150kg, précision 0,05g). Le poids est obtenu en kilogrammes avec une précision décimale.

1.2.4. Mesures échographiques de l'épaisseur du tissu adipeux

Des mesures ont été réalisées avec un échographe MyLab One (ESAOTE, Hospimedi, Pouilly, France) équipé d'une sonde microconvexe de fréquence variable (6-13 MHz) dans 3 régions anatomiques différentes comme proposées par Payan-Carreira et al (2016) (Figure 3) :

- **Région lombaire** : entre la 3^{ème} et la 5^{ème} vertèbre lombaire, 2 à 3 cm à gauche de la ligne médiane, la sonde étant positionnée parallèlement au processus épineux de la vertèbre lombaire
- **Région abdominale** : paroi latérale gauche de l'abdomen, mi-distance entre la ligne blanche et la pointe de l'apophyse transverse de la vertèbre lombaire, sonde en position verticale
- **Région du thorax (« Flank »)** : sur le côté gauche du chien, par-dessus le 9ème espace intercostale, juste au-dessus de la jonction chondrocostale, sonde transversalement à la côte sur le muscle abdominal oblique externe

Les chiens n'ont pas été tondus. De l'alcool a été appliqué sur le poil sur les régions concernées afin de permettre le contact avec la sonde. Pour chaque site, 3 mesures ont été réalisées (à gauche, au centre et à droite de l'écran de l'échographe) et la moyenne a ensuite été utilisée pour l'analyse.

1.2.5. Note d'état corporel par photographie

Les animaux ont été photographiés par la même personne sous deux angles de vue (Figure 7) :

- Une vue de profil avec la tête du chien placée à gauche de la photographie avec l'ensemble du chien visible
- Une vue de dessus à l'aide d'un escabeau placé à la gauche de l'animal avec la tête du chien placée à gauche de la photographie. La photo était retenue lorsque le nez et les hanches du chien étaient visibles.

L'ensemble des photographies a ensuite été envoyé au Professeur Alexander German (Institut du Vieillissement et des Maladies Chroniques, Département de Biologie Musculosquelettique, Université de Liverpool). Il a noté tous les chiens lui-même sans avoir connaissance d'aucune autre information sur les animaux.



Figure 7 : Exemple de photographies utilisées pour évaluer la NEC par photographie

2. Saisie et traitement des données

2.1. Saisie des données

Les informations recueillies ont été enregistrées dans un fichier Excel (Microsoft), une ligne correspondant à un chien. Certaines informations n'ont cependant pas pu être exploitées comme celles relatives à la santé du chien ou bien la quantité de nourriture données par jour.

2.2. Choix de la population d'étude

Afin d'homogénéiser au mieux la population, seuls les Labradors de race pure ont été conservés lors de l'analyse (les Golden et les croisés ont été exclus). De plus, les animaux ayant une NEC de 6 ont été exclus car il s'agit d'une catégorie intermédiaire présentant peu de différences en terme de poids et de pourcentage de tissu adipeux avec les catégories inférieure et supérieure (4% entre une NEC de 5 et de 6 contre 11% entre les notes 4 et 5, selon nos résultats).

2.3. Dictionnaire des variables

Les différentes variables étudiées ont été classées en 3 groupes :

- Les paramètres présentant l'animal (sexe, âge...)
- Les paramètres décrivant son environnement (lieu de vie, âge du propriétaire...)
- Les paramètres néonataux (poids de naissance et croissance).

Certains paramètres ont été catégorisés afin de faciliter l'analyse statistique et les différents niveaux sont présentés dans le tableau 4. En ce qui concerne le poids de naissance et les taux de croissance, nous avons choisi la médiane de la population comme borne.

Tableau 4 : Paramètres pris en compte dans l'analyse statistique univariée

| | Paramètres | Niveaux | Variable |
|------------------|-----------------------------------|---|--------------|
| Liés à l'animal | Sexe | Mâle/femelle | catégorielle |
| | Stérilisation | Oui/non | catégorielle |
| | Statut | Retraité, réformé/reproducteur, travail | catégorielle |
| | Age | [1;5[/ [5;9[/ ≥9 ans | catégorielle |
| | Age à la stérilisation | <5/≥5 ans | catégorielle |
| | Durée de stérilisation | <2/≥2 ans | catégorielle |
| | Niveau de gloutonnerie | 1,2/3,4,5/6,7/8,9,10 | catégorielle |
| | Food motivation | | quantitative |
| Environnementaux | Lieu de vie | Ville/semi urbain/campagne | catégorielle |
| | Présence autres chiens | Oui/non | catégorielle |
| | Temps de promenade | <30min/30min-1h/1h- 1h30/>1h30 | catégorielle |
| | Récompense | Oui/non | catégorielle |
| | Age propriétaire | ≤60/>60 | catégorielle |
| | En activité | Oui/non | catégorielle |
| | Activité physique propriétaire | Oui/non | catégorielle |
| | Owner management | | quantitative |
| Néonataux | Poids de naissance | ≤415g/>415g | catégorielle |
| | Taux de croissance | J0-J2 : ≤6,8%/>6,8% J2-21 : 248%/>248% | catégorielle |

Médiane des poids de naissance : 415g, médiane du taux de croissance entre 0 et 2 jours : 6,8%, médiane du taux de croissance entre 2 et 21 jours : 248% pour l'ensemble de la population.

2.4. Traitement des données

2.4.1. Analyse univariée

La première étape de l'identification des facteurs de risque de surpoids dans notre population a été la description des données réalisée sous Excel grâce à des graphiques et des tableaux croisés dynamiques.

Ensuite, une analyse univariée a été conduite. Le choix du test statistique permettant d'évaluer l'influence du paramètre sur la présence du surpoids dépendait de la nature de la variable. Un test du Chi² a été utilisé pour les variables catégorielles avec des effectifs supérieurs à 5, un test de Fisher Exact pour les variables catégorielles avec des effectifs inférieurs à 5 et un test de Kruskal-Wallis pour les variables quantitatives. Ces tests ont été réalisés à l'aide du complément Tanagra d'Excel. Pour l'ensemble des tests statistiques, le seuil de significativité a été fixé à 0,05.

2.4.2. Modélisation des facteurs de surpoids

Afin d'identifier les variables influençant le surpoids, un modèle de régression logistique a été utilisé (logiciel R, version 3.4.2, R Core Team, 2016).

Initialement, un grand nombre de paramètres ont été envisagés (Figure 8). Cependant, le nombre de paramètres étant trop important au regard de notre effectif (supérieur à $n/10$ soit maximum 9 paramètres), une sélection a été réalisée. Pour cela, deux types de variables ont finalement été retenues :

- Celles dont le test univarié présentait une p-valeur $< 0,20$
- Celles qui avaient une importance clinique.

De plus, pour être stable, ce type de modèle impose l'absence de corrélation entre deux variables. Ainsi, les liens entre les différentes variables candidates ont été analysés à l'aide de tests statistiques (Spearman's rho, Kruskal-Wallis ou Fisher exact selon le type de variable). Lors de corrélation entre deux variables, une seule était conservée. De plus, le score « Owner management » étant lié à de nombreuses variables, nous avons choisi de le supprimer au profit des autres paramètres conservés.

Suite à cette étape de sélection, 6 paramètres sur les 19 initiaux ont été conservés dans le modèle : le poids de naissance, le statut stérilisé ou non, la croissance 0-2 jours, l'âge du propriétaire, la croissance 2-21 jours et le score « Food motivation » (Figure 9). Le modèle a été appliqué une première fois à l'ensemble de la population de Labradors puis en séparant les chiens stérilisés et non stérilisés. Pour les deux derniers modèles, le paramètre « Stérilisation » a été retiré et remplacé par la variable « Durée depuis la stérilisation » pour l'étude des chiens stérilisés.

Le test d'Hosmer et Lemeshow a permis de tester et de vérifier la qualité de l'ajustement des différents modèles aux données.



Figure 8 : Paramètres envisagés dans l'étude des facteurs influençant le surpoids

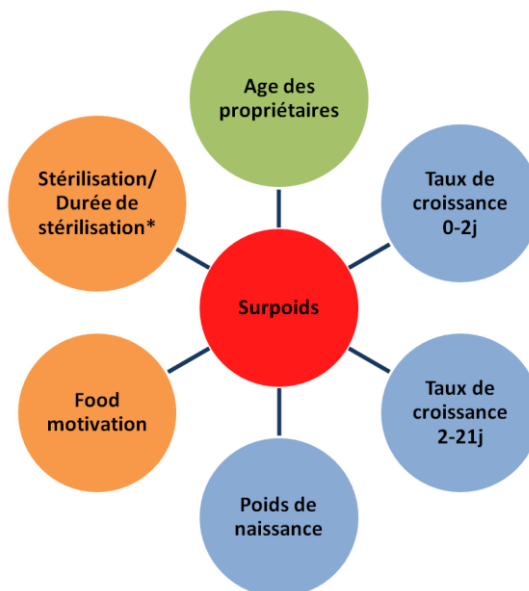


Figure 9 : Paramètres inclus dans le modèle

*Le paramètre stérilisation a été retiré lors de l'analyse sur les chiens non stérilisés et remplacé par le temps depuis la stérilisation pour l'analyse des chiens stérilisés.

2.4.3. Comparaison des différentes méthodes de mesure étudiées

Cette dernière partie avait pour objectif d'estimer la proportion de tissu adipeux à partir de différentes méthodes de mesure (pesée, échographie, morphométrie et photographie). Pour cela, la NEC a été définie comme la méthode de référence (Mawby et al., 2004). Afin de comparer les résultats obtenus par différentes mesures quantitatives (poids, mesures échographiques et morphométriques) à la NEC, trois outils ont été utilisés :

- Une visualisation graphique des distributions de la mesure pour les différents niveaux de NEC (sous forme de boîte à moustaches)
- Un test de Kruskal-Wallis pour comparer les moyennes prises par le paramètre analysé dans les différents niveaux de NEC
- Un test de Wilcoxon-Mann-Whitney avec une correction de Bonferroni a été utilisé pour comparer les résultats entre deux groupes de NEC consécutifs.

Pour comparer la NEC sur photographie (variable catégorielle ordonnée) à la NEC par palpation, le pourcentage de paires concordantes a été calculé ainsi que son intervalle de confiance à 95%.

Pour étudier la liaison entre deux variables quantitatives (mesures échographiques à deux sites différents), un test de corrélation a été réalisé et le coefficient de corrélation a été calculé.

Pour ces différentes comparaisons, lorsque le sexe avait une influence statistiquement significative, seules les femelles, qui constituaient un groupe plus important que les mâles, étaient conservées dans l'analyse afin d'avoir une population la plus homogène possible.

3. Résultats

3.1. Description de la population

A partir des 94 chiens de la population initiale, deux sous-populations ont été définies (Figure 10) :

- La population 1, constituée de 85 Labradors de race pure, a été utilisée pour comparer les différentes méthodes d'évaluation de la proportion de tissu adipeux entre elles.
- La population 2, qui comportait les Labradors de race pure dont la NEC était différente de 6, a permis d'étudier l'influence de paramètres liés à l'animal, son mode de vie ou sa croissance, sur le surpoids. Sur ces 63 Labradors, 58 questionnaires ont pu être exploités et 56 valeurs de poids de naissance et courbes de croissance ont été récupérées dans les archives du CESECAH.

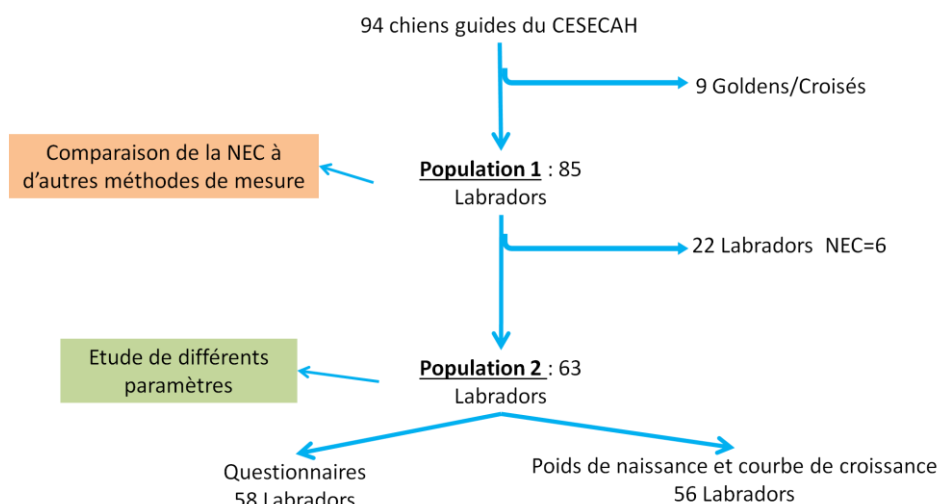


Figure 10 : Diagramme de flux des animaux inclus

Il s'agissait d'adultes reproducteurs (37 femelles, 7 mâles), d'adultes réformés (13 femelles, 4 mâles), d'adultes à la retraite (13 femelles, 5 mâles) et de chiens de travail (2 femelles, 4 mâles) (Figure 11c). L'échantillon était composé de 38 femelles entières, 8 mâles entiers, 27 femelles stérilisées et 12 mâles stérilisés. Sur les 38 femelles reproductrices vues, 2 étaient en gestation et 2 autres potentiellement gravides.

Parmi les 85 chiens inclus dans l'étude, le ratio mâle/femelle était de 0,3 (Figure 11a). La population était constituée en grande partie de reproducteurs (44/85 soit 52%, Figure 11c). Ainsi, la majorité des chiens «étaient entiers (46/85 soit 54%, Figure 11b). Les chiens étaient âgés de 6 mois à 13 ans avec une médiane à 3,7 ans (Figure 12).

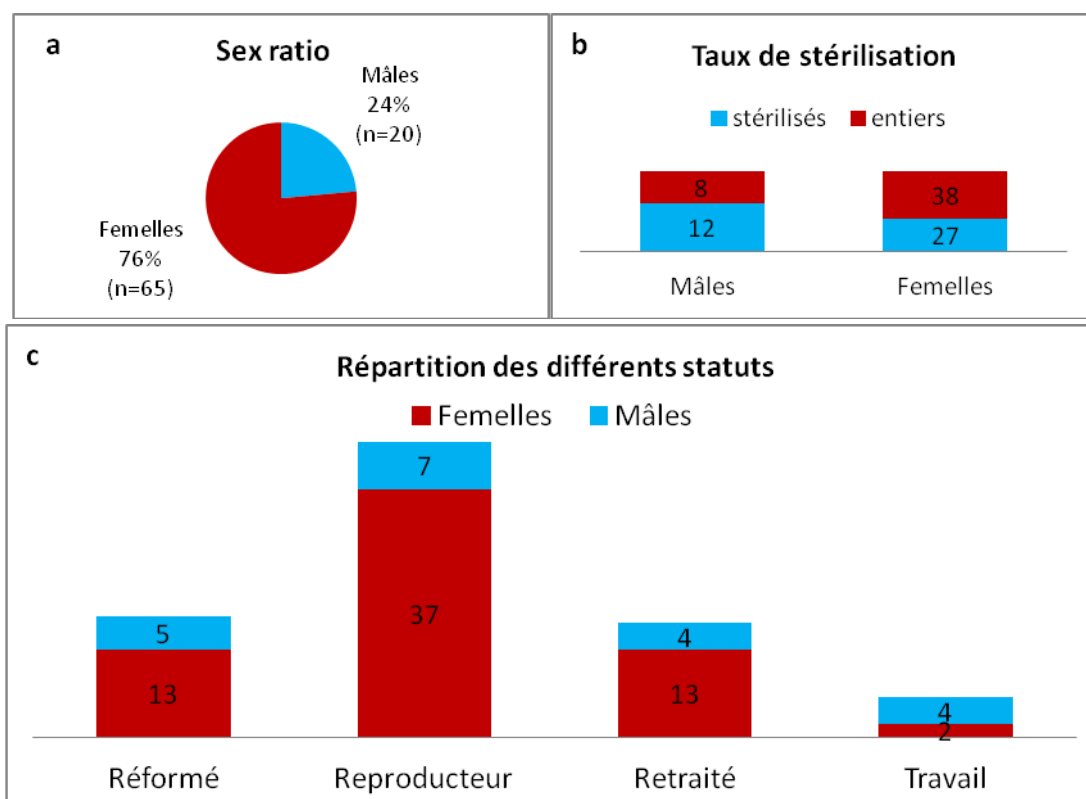


Figure 11 : Description de la population des 85 Labradors inclus dans l'étude

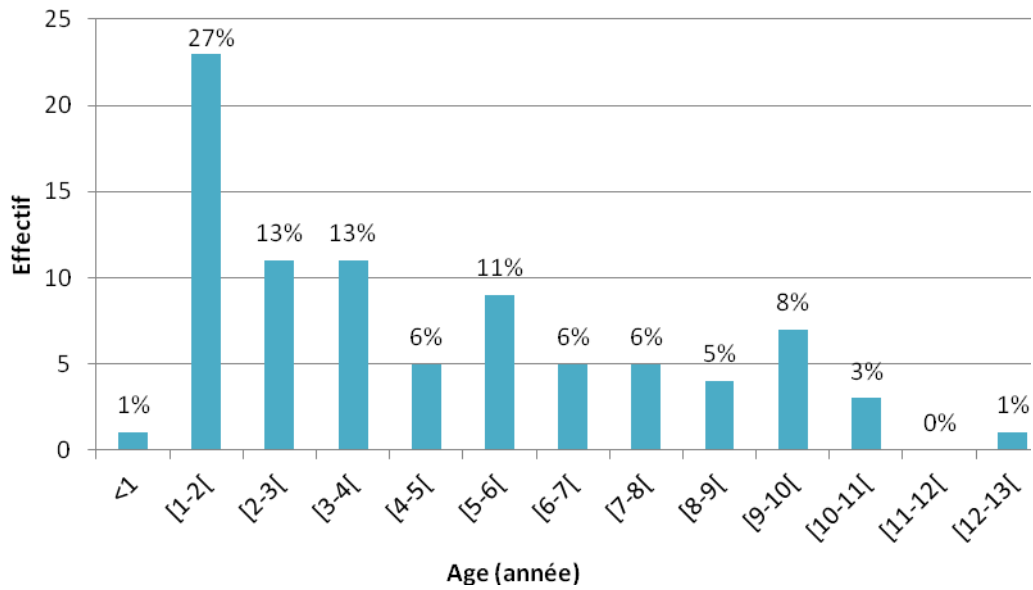


Figure 12 : Distribution de l'âge de la population (n=85).

Au dessus de chaque barre se trouve le pourcentage de la population de cette catégorie

Sur les 46% d'animaux stérilisés (39/85), la majorité l'a été entre 1 et 2 ans ou après 6 ans, (soit 81%, 31/38, pour l'une des chiennes, l'âge de stérilisation exact n'était pas connu) (Figure 13), ce qui correspond respectivement aux périodes de réforme et de mise à la retraite.

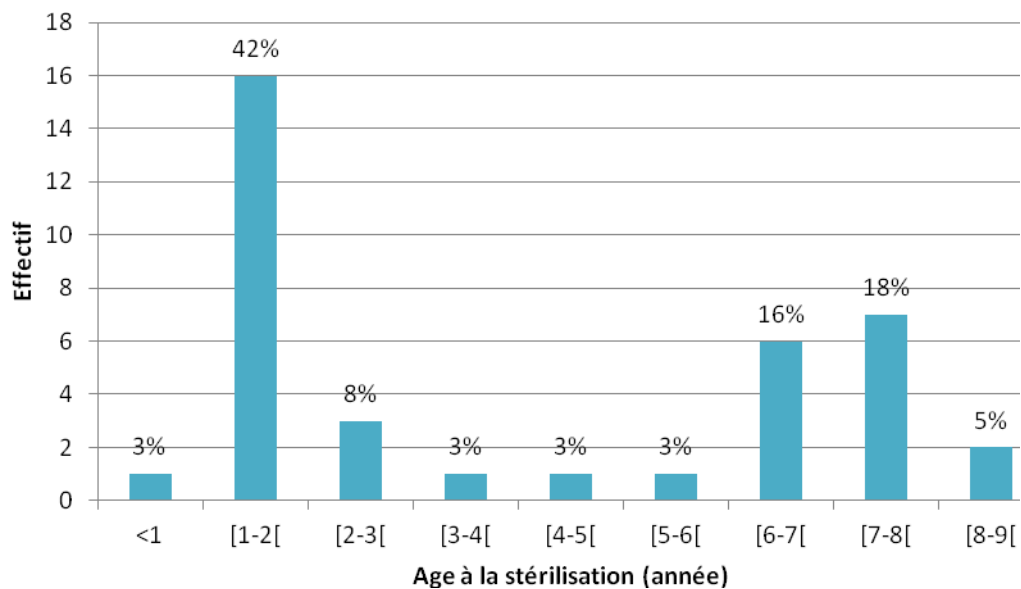


Figure 13 : Distribution de l'âge à la stérilisation (n=38*).

*l'âge exact de stérilisation d'une des chiennes était inconnu

Au dessus de chaque barre se trouve le pourcentage de la population de cette catégorie

3.2. Le surpoids et ses facteurs de variation

3.2.1. Rappel de la définition de surpoids et distribution de la NEC

Le surpoids dans cette étude a donc été défini comme une NEC supérieure ou égale à 7 et des NEC de 4 ou 5 ont été considérées comme normales. Les chiens ayant une NEC de 6 ont été exclus de l'analyse.

Il n'y avait pas de différence significative de distribution de la NEC entre les mâles et les femelles ($p=0,56$) (Figure 14). Le pourcentage de chiens en surpoids représentait 30% chez les mâles contre 34% chez les femelles et 35 % des mâles avaient une NEC idéale contre 43% des femelles. Au total, 41% des Labradors de cette étude (35/85) pouvaient être considérés au poids idéal (NEC 4 ou 5) et 33% étaient en surpoids (28/85, NEC 7, 8 ou 9 ; Figure 14). La NEC=6 représentait 26% des animaux (soit 22 chiens qui ont ensuite été exclus de l'analyse).

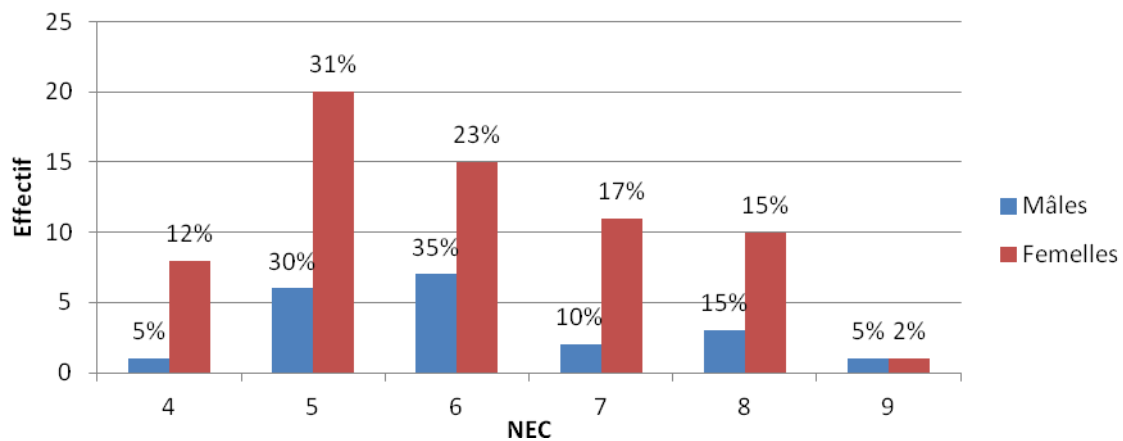


Figure 14 : Distribution de la NEC selon le sexe (n=20 mâles ; n=65 femelles)

Au dessus de chaque barre se trouve le pourcentage de la population pour cette catégorie

3.2.2. Analyse univariée

Afin de sélectionner les variables candidates pour le modèle multivariée, des tests univariés ont été réalisés (Tableau 5).

Les variables dont la p-valeur était inférieures à 0,20 (en gras) ont été sélectionnées dans un premier temps dans l'analyse multivariée. Les variables retenues ont ainsi été : stérilisation, statut, âge, âge à la stérilisation, durée depuis la stérilisation, âge du propriétaire, statut du propriétaire (en activité ou non), score « owner management », poids de naissance.

Les autres paramètres semblent avoir moins d'influence sur la prise de poids malgré l'importance clinique de certains comme le fait d'avoir des récompenses ou d'être très motivé par la nourriture.

Il est intéressant de remarquer que le fait que le propriétaire pratique ou non une activité physique ou le temps de promenade n'influençaient pas la présence de surpoids dans notre population.

La médiane a été choisie comme borne pour catégoriser le poids de naissance car d'après la répartition du surpoids en fonction des quartiles de poids de naissance (Figure 15), 2 groupes se détachaient nettement : les poids de naissance inférieurs à la médiane (415g) et ceux supérieurs (Figure 16). Nous avons décidé de faire seulement 2 catégories du fait du petit effectif (groupe de 30 et de 26 chiens). Le même principe a été appliqué aux taux de croissance.

Tableau 5 : Facteurs de variation de la prévalence du surpoids (n=63).

| | Paramètres | Test | P-value |
|------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Liés à l'animal | Sexe | Chi ² | 0,889 |
| | Stérilisation | Chi ² | <0,001 |
| | Statut | Chi ² | <0,001 |
| | Age | Fisher exact | <0,001 |
| | Age à la stérilisation | Fisher exact | 0,076 |
| | Durée de stérilisation | Fisher exact | 0,160 |
| | Niveau de gloutonnerie | Fisher exact | 0,952 |
| | Food motivation | Kruskal-Wallis | 0,975 |
| Environnementaux | Lieu de vie | Chi ² | 0,421 |
| | Présence autres chiens | Chi ² | 0,656 |
| | Temps de promenade | Fisher exact | 0,676 |
| | Récompense | Fisher exact | 1 |
| | Age propriétaire | Chi ² | 0,010 |
| | En activité | Chi ² | 0,018 |
| | Activité physique propriétaire | Chi ² | 0,530 |
| Owner management | Kruskal-Wallis | <0,001 | |
| Néonataux | Poids de naissance | Chi ² | 0,018 |
| | Taux de croissance | Chi ² | J0-J2 : 1 J2-J21 : 0,583 |

Les p-valeurs inférieures à 0,20 sont représentées en gras. Les catégories pour le poids de naissance et les taux de croissance sont basées sur la médiane de la population.

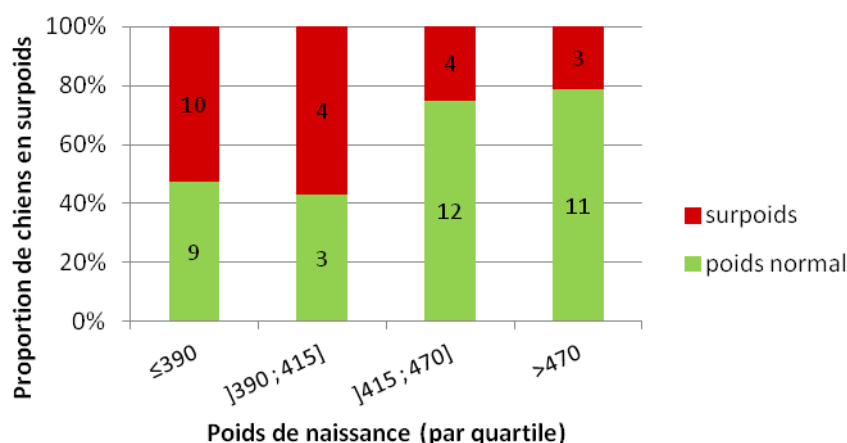


Figure 15 : Pourcentage de chiens en surpoids en fonction du quartile de poids de naissance en gramme (n=56 chiens). Quartile 1=390g, quartile 2=415g, quartile 3=470g. Le chiffre dans chaque portion de barre représente l'effectif.

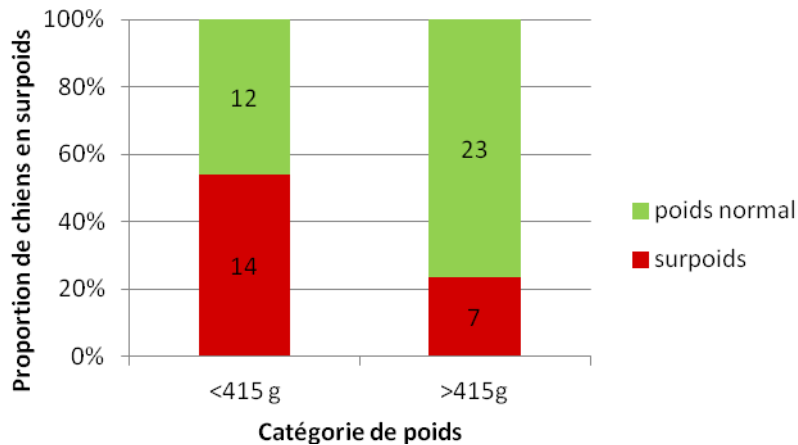


Figure 16 : Pourcentage de chiens en surpoids en fonction du poids de naissance en gramme (415 g est la médiane de la population, n=56). Le chiffre dans chaque portion de barre représente l'effectif.

3.2.3. Analyse multivariée

Comme détaillé dans la partie précédente, une sélection des variables a été réalisée en fonction des résultats de l'analyse univariée, de leur importance biologique et des corrélations potentielles. Au final, six paramètres ont été pris en compte dans la régression logistique : le poids de naissance, le statut stérilisé ou non, la croissance 0-2 jours, l'âge du propriétaire, la croissance 2-21 jours et le score « Food motivation ».

Résultats sur la population totale (n=63)

Seul le statut stérilisé ou non a révélé une influence significative sur le surpoids ($p=0,009$). Les chiens stérilisés sont plus à risque de surpoids : le pourcentage de chiens en surpoids chez les chiens stérilisés est de 75% (21 chiens sur 28) contre 20% chez les chiens non stérilisés (7 chiens sur 35).

Résultats pour les chiens stérilisés (n=28)

Sur la population des chiens stérilisés, un effet significatif du taux de croissance entre 2 et 21 jours a été observé ($p<0,001$) (Figure 17). Le poids de naissance et le score « Food-motivation » tendaient à être significatifs ($p=0,079$ et $0,074$ respectivement).

La fréquence des chiens en surpoids était significativement plus faible chez les chiens dont le taux de croissance avait été inférieur ou égal à la médiane de la population (soit 248%) que chez ceux avec un taux de croissance supérieur à la médiane (respectivement 5 individus sur 11 contre 8 chiens sur 9).

Dans cette population de chiens stérilisés, la fréquence du surpoids tendait à être plus forte chez les animaux nés avec un poids inférieur à 415 g (9/11 chiens en surpoids) que chez les chiens de poids de naissance supérieur à 415 g (4/9 chiens en surpoids) ($p=0,079$).

Le comportement du chien face à la nourriture avait tendance à différer en fonction de l'état d'embonpoint de l'animal ($p=0,074$). Chez les chiens qui n'étaient pas en surpoids, la

médiane du score « Food motivation » était de 74 % (EIQ [écart inter-quartile] = 57-81%) contre 60 % (EIQ=56-76%) pour les chiens en surpoids (Figure 18).

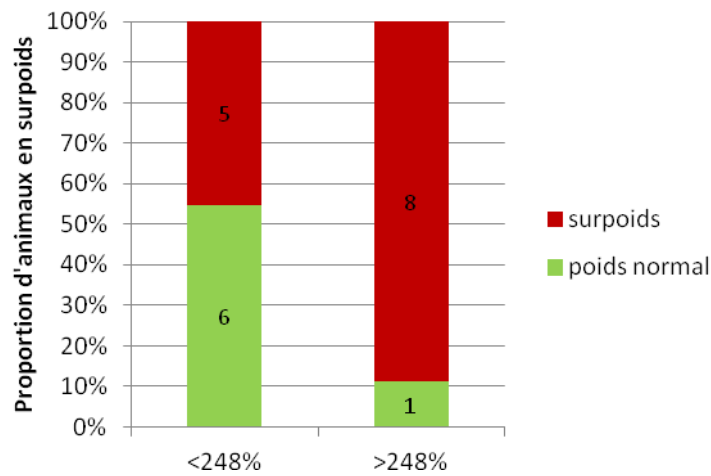


Figure 17 : Pourcentage de chiens en surpoids en fonction du taux de croissance (248% est la médiane de la population, n=20*). Le chiffre dans chaque portion de barre représente l'effectif.

*le taux de croissance entre 2 et 21 jours n'a pu être calculé que pour 20 chiens/28

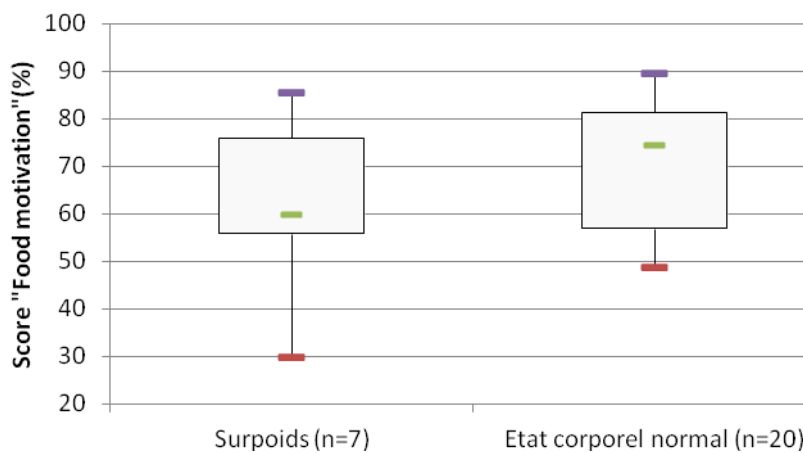


Figure 18 : Score « Food motivation » des chiens stérilisés en fonction de leur état corporel (n=27*) (violet =maximum, vert = médiane ; rouge=minimum ; la box est comprise entre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile).

*le score « Food motivation » n'a pu être calculé que pour 27 chiens/28.

Résultats pour les chiens non stérilisés (n=35)

En ce qui concerne la population des chiens non stérilisés, le modèle n'a pas permis de mettre en évidence de facteur influençant le surpoids parmi les paramètres suivants : le poids de naissance, la croissance 0-2 jours, l'âge du propriétaire, la croissance 2-21 jours et le score « Food motivation ».

3.3.Méthode d'évaluation de la composition corporelle

Quatre méthodes d'estimation de la quantité de tissu adipeux ont été testées dans cette étude : la pesée, l'échographie, la morphométrie et la photographie. Afin d'évaluer leur précision à définir l'embonpoint d'un animal, elles ont été comparées à la méthode de référence, choisie ici comme la NEC par observation et par palpation.

3.3.1. Analyse descriptive

3.3.1.1. Poids

Le poids moyen était de 31,4 kg avec un minimum de 23,7 kg et un maximum de 47,7 kg. La répartition des poids était significativement différente entre les mâles et les femelles ($p < 0,001$) : les mâles étaient en moyenne plus lourds que les femelles : 36,7 ($\pm 5,0$) kg (moyenne \pm écart-type) contre 29,8 ($\pm 3,8$) kg (Figure 19).

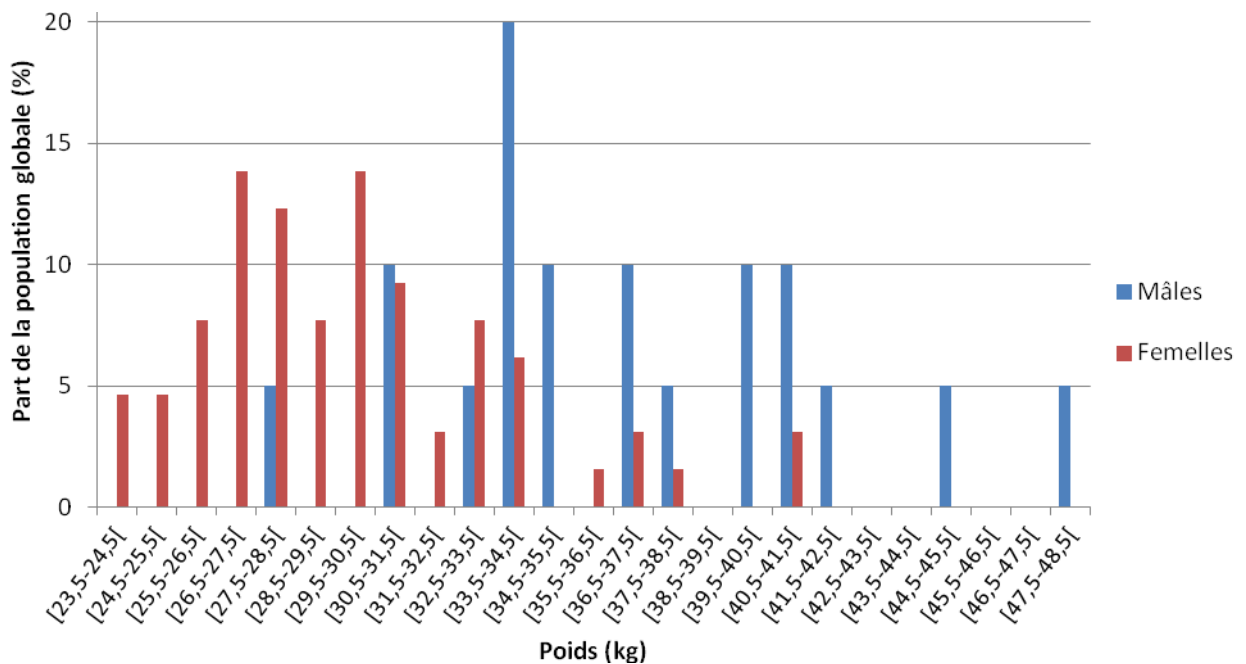


Figure 19 : Distribution du poids (kg) en fonction du sexe (n=20 mâles : n=65 femelles)

3.3.1.2. Echographie

Les mesures échographiques ont été réalisées sur 80 Labradors au niveau des lombes, de l'abdomen et du thorax. Les écarts de valeurs maximaux en millimètres sur l'ensemble des chiens étaient de [1,4 ; 35,6], [2,6 ; 15,8] et [0,9 ; 24,1] respectivement pour les lombes, le thorax et l'abdomen. Les mesures d'épaisseur de tissu adipeux les plus importantes se situent sur les lombes, aussi bien chez les mâles que chez les femelles (EIQ en millimètre respectivement de [10 ; 18], [5 ; 9] et [6 ; 9] pour les lombes, le thorax et l'abdomen sur

l'ensemble des chiens) (Figure 20). Les coefficients de variation sont respectivement pour l'abdomen, le flanc et les lombes de 48%, 38% et 39%. Il y a donc plus de dispersion des valeurs de l'épaisseur du tissu adipeux au niveau de l'abdomen qu'aux deux autres sites.

Le genre de l'animal n'influçait pas les valeurs de ces mesures ($p=0,384$; $0,870$; $0,722$ respectivement pour les lombes, l'abdomen et le thorax). Cependant, les figures 20b et 20c mettent en évidence une plus grande dispersion des valeurs chez les femelles pour les mesures effectuées au niveau du thorax et de l'abdomen.

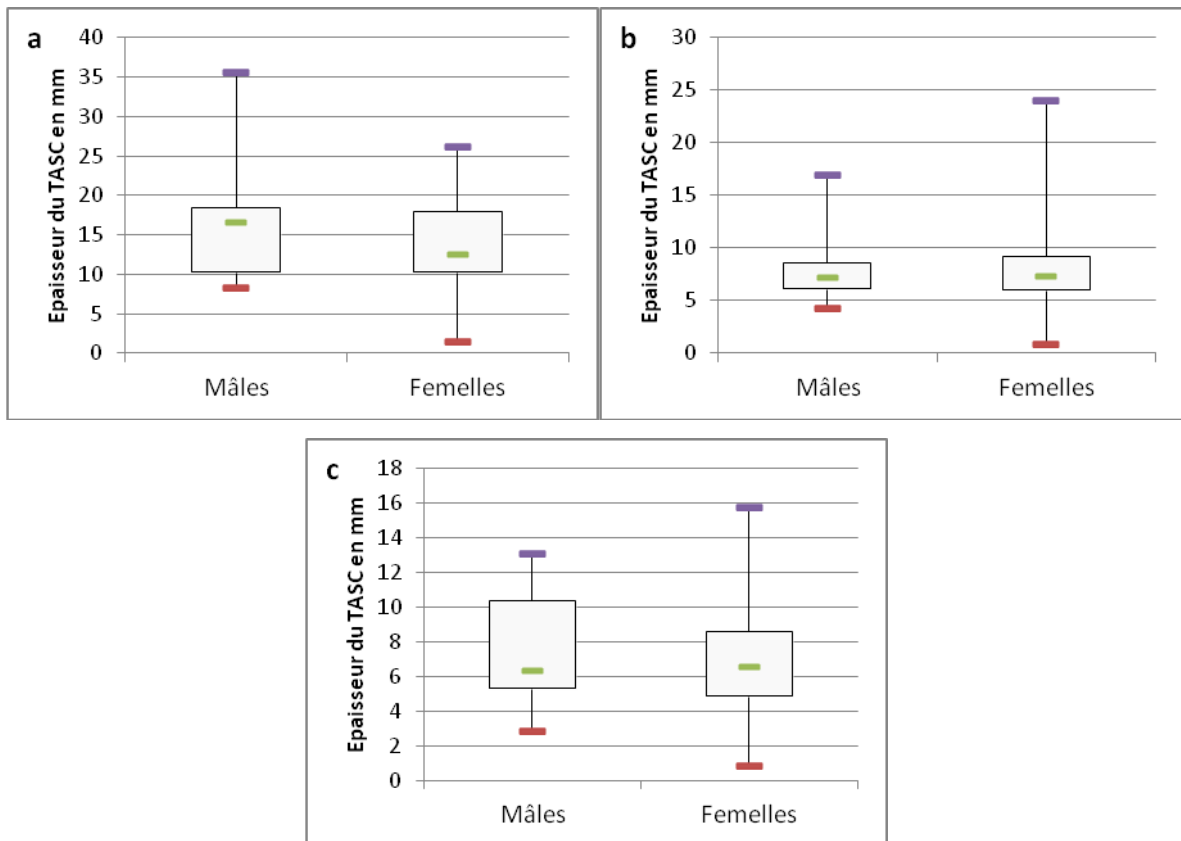


Figure 20 : Distribution des valeurs des mesures échographiques d'épaisseur de tissu adipeux pour les 3 sites de mesures (a=lombes ; b=abdomen ; c=thorax) (TASC : tissu adipeux sous-cutané) (violet =maximum, vert = médiane ; rouge=minimum ; la box est comprise entre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile)

La corrélation entre les mesures des 3 sites permet de vérifier si l'accumulation de tissu adipeux se fait de manière homogène au sein d'un organisme. Les corrélations entre les différentes mesures échographiques ont été testées deux à deux pour un même chien (Figure 21) et sont toutes significatives ($p<0,001$). Néanmoins, les corrélations sont faibles à modérées.

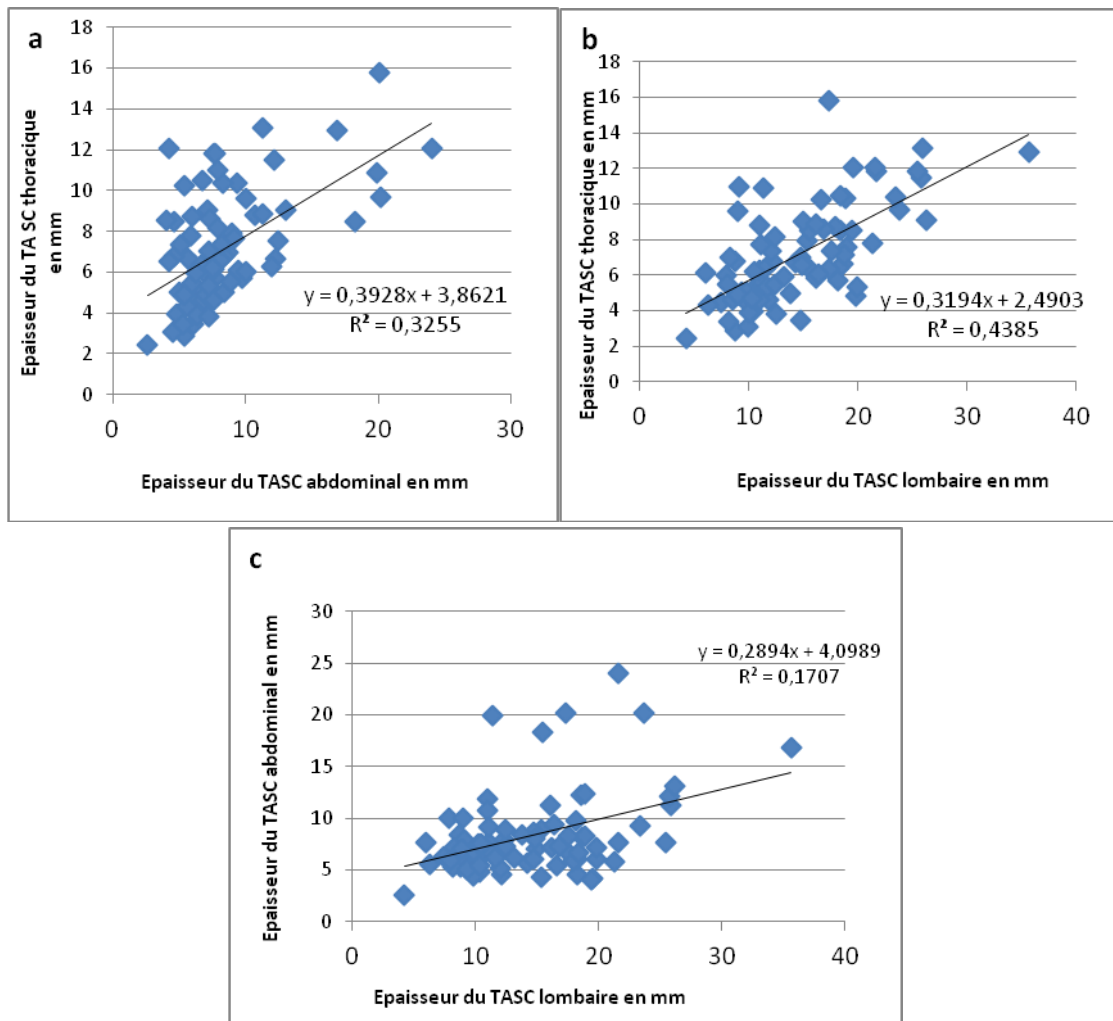


Figure 21 : Corrélations des mesures d'épaisseur de tissu adipeux par échographie à différents sites (TASC : tissu adipeux sous-cutané)

a : Corrélation entre les mesures au niveau de l'abdomen et du thorax

b : Corrélation entre les mesures au niveau des lombes et du thorax

c : Corrélation entre les mesures au niveau de l'abdomen et des lombes

3.3.1.3. Morphométrie

Le pourcentage de tissu adipeux a été obtenu à partir des mesures morphométriques d'après la formule de Witzel et al (2014).

Le pourcentage de tissu adipeux est compris entre 17,5% et 41,1% (18,3% à 41,1% pour les femelles et de 17,5% à 35,3% pour les mâles). La valeur moyenne de 28,5 (\pm 4,9) %.

Le sexe n'a pas d'influence sur le pourcentage de tissus adipeux calculé à partir des mesures morphométriques ($p=0,375$) (Figure 22).

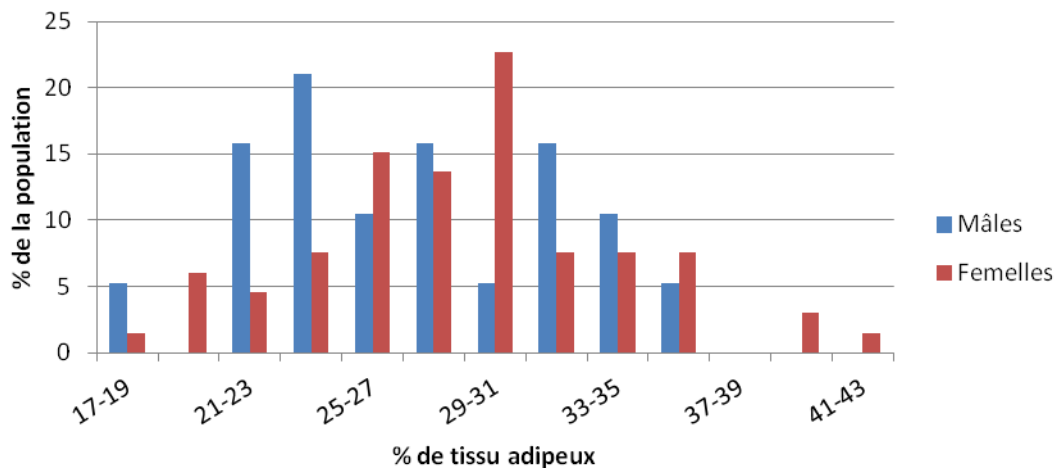


Figure 22 : Distribution de la proportion de tissu adipeux en fonction du sexe

3.3.1.4. Evaluation de la NEC sur photographie

L'état corporel de la majorité des mâles (55 %) et des femelles (58,5 %) a été noté comme « normal » (NEC égales à 4 ou 5) (Figure 23a). D'après cette notation, 4 mâles sur 20 et 9 femelles sur 65 étaient en surpoids (Figure 23b ; $p=0,57$).

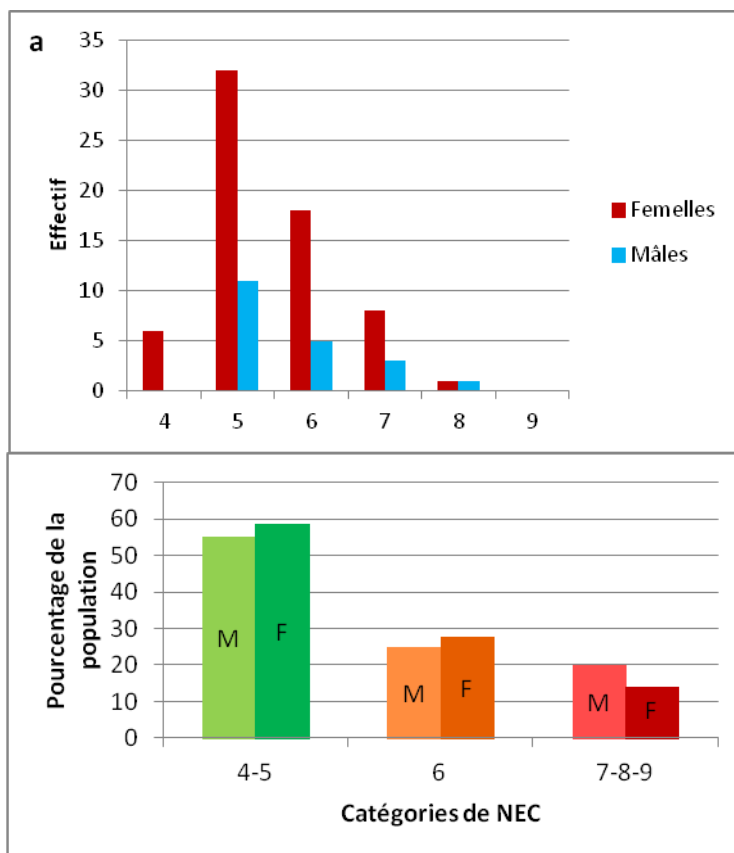


Figure 23 : Répartition de la NEC en fonction du sexe (n=65 femelles ; n=20 mâles) (NEC= 4 ou 5 considérée comme un poids normal, $NEC \geq 7$ considérée comme surpoids)

3.3.2. Comparaison à la notation de l'état corporel par palpation/observation

La capacité des différentes procédures étudiées à estimer l'état d'embonpoint d'un animal va être analysée en comparant leurs résultats à la NEC.

3.3.2.1. Comparaison NEC/pesée

Du fait de l'influence du sexe sur le poids, seules les femelles ont été conservées pour cette analyse afin d'avoir la population homogène.

Le poids moyen était statistiquement différent entre les NEC ($p < 0,001$, Figure 24). Cependant, le pourcentage de poids additionnel d'une catégorie à l'autre était variable (4% à 10,8%, Tableau 6).

De plus, pour une même NEC, le poids était très variable (Figure 24). Par exemple, pour une NEC=5, le poids variait de 23,7 kg à 41,5 kg. De même, le recouvrement des valeurs de poids était large d'une valeur de NEC à l'autre et les limites se chevauchaient (Figure 24).

Néanmoins, par la pesée, les animaux estimés en surpoids et les animaux normaux diffèrent. En effet, il y a une différence significative entre les catégories 4,5 et 7, 8, 9 (Figure 24). En revanche, cette méthode n'est pas assez sensible pour différencier chaque catégorie de NEC.

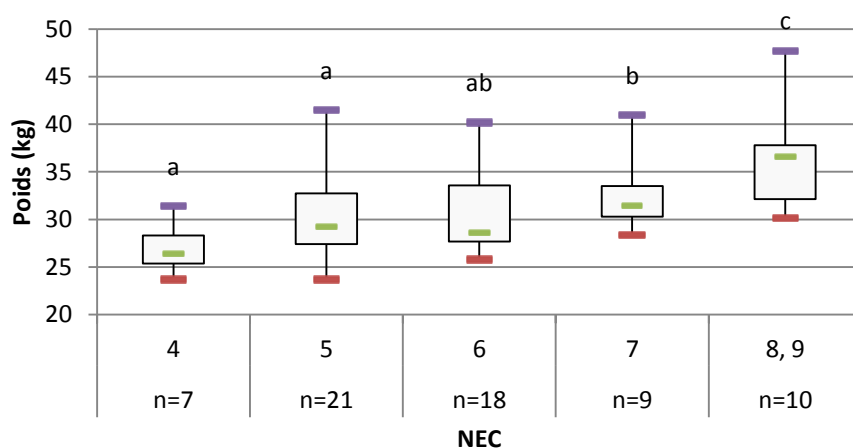


Figure 24 : Influence de la NEC sur le poids (n= 65 Labradors femelles)

(violet =maximum, vert = médiane ; rouge=minimum ; la box est comprise entre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile). Lorsque que 2 catégories de NEC sont surmontées de la même lettre, il n'y a pas de différence statistique entre les 2.

Tableau 6 : Différence de poids en valeur absolue et pourcentage entre les catégories de la NEC (n=65 Labradors femelles)

| Classes de NEC comparées | 4vs5 | 5vs6 | 6vs7 | 7vs8 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| Différence moyenne (kg) | 2,9 | 1,2 | 1,4 | 2,6 |
| Différence moyenne (%) | 10,8 | 4,0 | 4,5 | 8,0 |

3.3.2.2. Comparaison NEC/Echographie

Pour comparer les mesures échographiques à la NEC, l'ensemble de la population a été considérée (mâles et femelles) car le sexe n'influait pas l'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané.

Sur les trois sites, l'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané mesurée par échographie augmentait avec la NEC ($p < 0,001$). Pour les trois sites, les valeurs extrêmes de NEC étaient statistiquement différents (Figure 25). Cependant, l'abdomen et le thorax semblaient être des sites moins sensibles que les lombes où il y avait plus de différence statistique entre les catégories de NEC (Figure 25). Néanmoins, aucun site n'était assez sensible pour différer statistiquement chaque NEC.

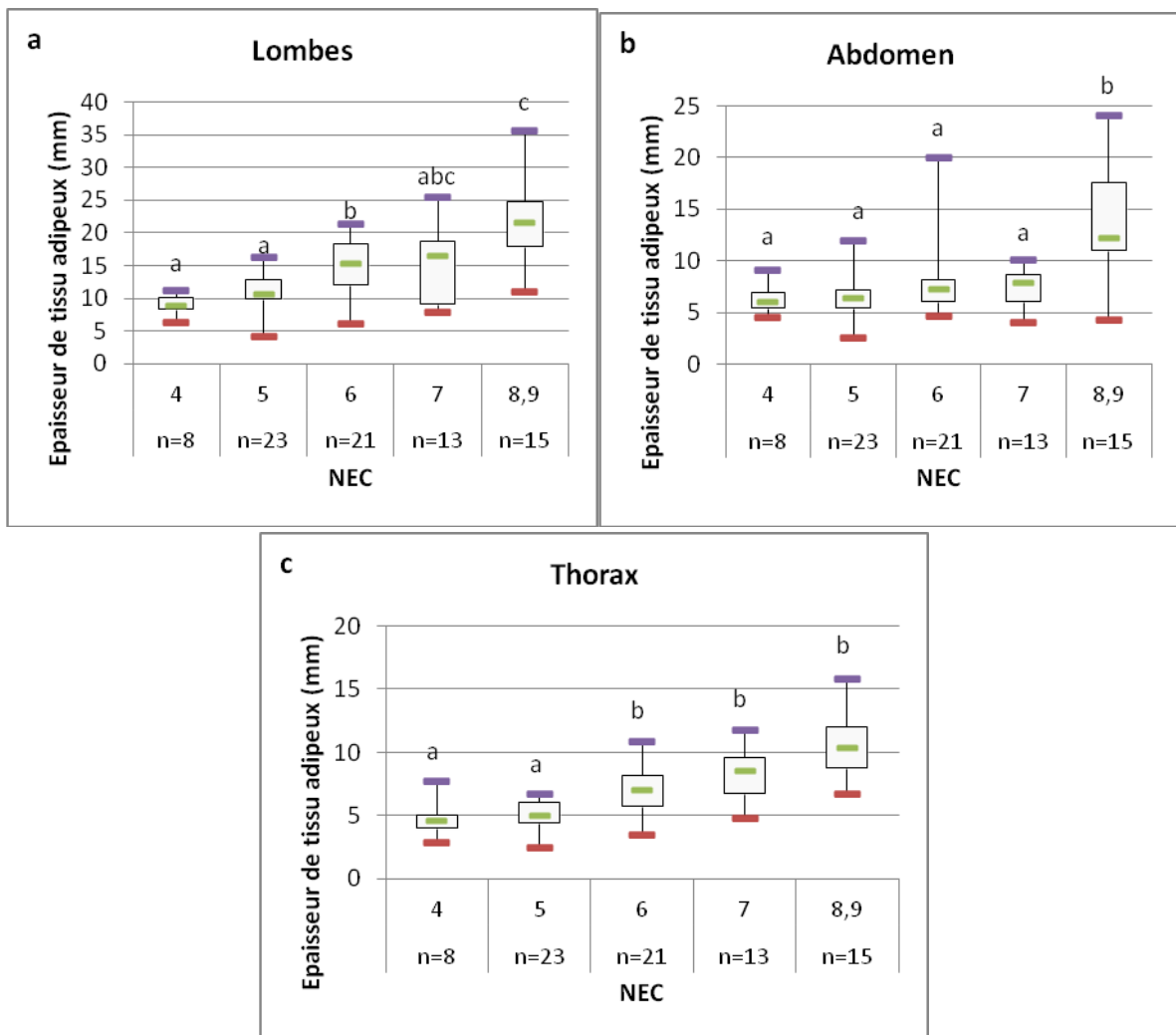


Figure 25 : Epaisseurs de tissu adipeux sous-cutané mesurée par échographie en fonction des classes de NEC (n=80 Labradors)

(violet = maximum, vert = médiane ; rouge = minimum ; la box est comprise entre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile). Lorsque que 2 catégories de NEC sont surmontées de la même lettre, il n'y a pas de différence statistique entre les 2.

3.3.2.3. Comparaison NEC et morphométrie

Pour cette analyse, les mâles et les femelles ont été pris en compte car le genre de l'animal n'influçait pas son pourcentage de tissu adipeux calculé à partir de données morphométriques ($p=0,36$).

Comme présenté sur la figure 26, le pourcentage moyen de tissu adipeux était différent d'une classe de note d'état corporel à l'autre ($p<0,001$) avec une tendance à l'augmentation quand la NEC augmentait.

Cette méthode semblait assez sensible pour faire une différence statistique entre les valeurs extrêmes de NEC (4 et 8-9). Cependant, il n'y avait pas de différence significative entre les NEC 5, 6 et 7.

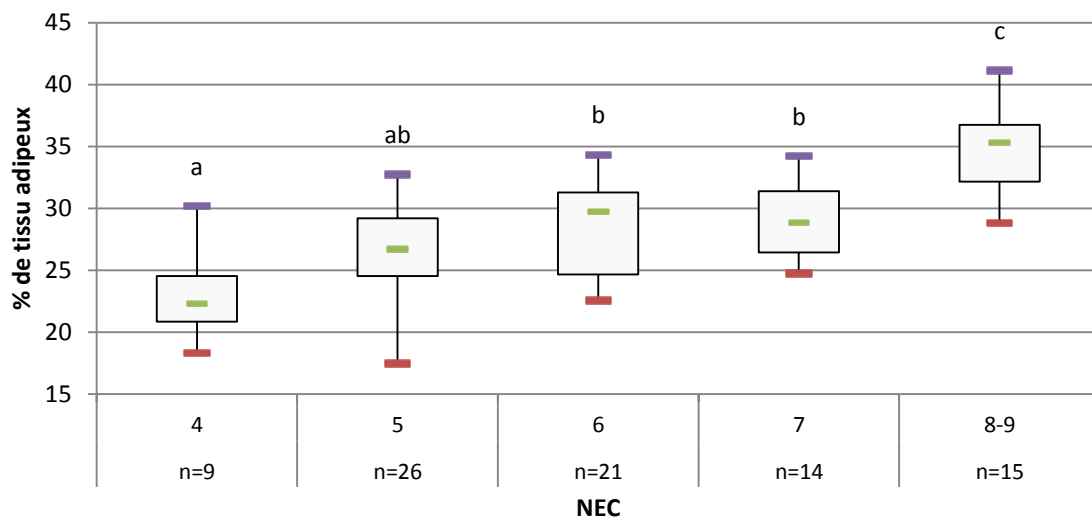


Figure 26 : Représentation du pourcentage de tissu adipeux en fonction de la NEC (violet =maximum, vert = médiane ; rouge=minimum ; la box est comprise entre le 1^{er} et le 3^{ème} quartile). Lorsque que 2 catégories de NEC sont surmontées de la même lettre, c'est qu'il n'y a pas de différence statistique entre les 2.

3.3.2.4. Comparaison de la notation d'état corporel par palpation et sur photographie

Sur photographie, mâles et femelles ont été considérés puisqu'il n'y avait pas de différence de répartition entre les deux ($p=0,57$). La proportion de chiens notés comme « normaux » (NEC 4 ou 5) était supérieure à celle obtenue par palpation. En effet, 58% sur photographie sont jugés « normaux » (49 chiens/85) contre 41% par palpation (35 chiens/85) (Figure 27).

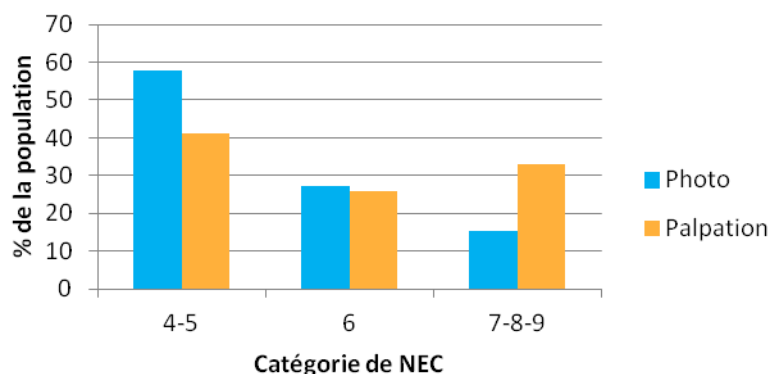


Figure 27 : Comparaison de la distribution de la NEC par palpation et de la NEC sur photographie (n=85 chiens)

La NEC sur photographie semble sous-estimer l'état d'embonpoint des animaux par rapport à la NEC par palpation. En effet, 49% des animaux ont reçu une NEC moins importante sur photographie que par palpation (Tableau 7). Moins de la moitié des animaux se sont vus attribuer la même note sur photographie et par palpation (40%, intervalle de confiance à 95% = [29,5-51,2]).

Tableau 7 : Pourcentage de paires concordantes entre la NEC par palpation (nec) et la NEC sur photographie (nec_p) (n=85 chiens)

| Différence | -1 | 0 | 1 | 2 |
|--------------------|----|----|----|---|
| Effectif | 9 | 34 | 34 | 8 |
| % de la population | 11 | 40 | 40 | 9 |

D'autre part, le pourcentage de paires concordantes était plus important pour les chiens considérés comme normaux (NEC 4 ou 5) que pour les chiens en surpoids (NEC > 7) : 71% contre 15%.

Le pourcentage de paires concordantes était plus important pour les mâles (45% soit 9/20 chiens) que pour les femelles (38% soit 25/65 chiennes).

4. Discussion

4.1. Choix de la population

Dans cette étude, nous avons fait le choix de nous intéresser uniquement à la race Labrador Retriever et à l'intérieure de celle-ci, une population assez particulière puisqu'il s'agit de chiens guides. La race Labrador Retriever est connue pour sa tendance à l'embonpoint (O'Neill et al., 2014 ; Charcosset, 2017 ; McGreevy et al., 2018). Une prédisposition génétique à l'obésité a même été identifiée dans cette race avec la mutation du

gène *POMC* (Raffan et al., 2016). Cette mutation se retrouve plus fréquemment chez les chiens guides que chez les chiens de compagnie (45% contre 12%). Elle prédispose à l'obésité, en partie du fait d'une augmentation de l'appétit (augmentation du score « Food motivation », Raffan et al., 2016). Même s'il serait intéressant de connaître le statut génétique des individus de notre population, les résultats de notre étude montrent que les chiens les plus intéressés par la nourriture ne sont pas plus fréquemment en surpoids (74 % pour les chiens normaux contre 60 % pour les chiens en surpoids).

D'autre part, nous avons choisi de travailler dans une population de chiens de race Labrador en raison de la prédisposition au surpoids, de façon à disposer de suffisamment d'animaux en surpoids (13% de prévalence chez les Labradors contre 3,9% pour des chiens croisés, O'Neill et al., 2014). Néanmoins, l'alimentation de ces animaux est fournie par le CESECAH et les quantités recommandées sont assez bien respectées par les familles d'accueil. Le facteur « alimentation » est de ce fait estompé. De plus, 53% de notre population était composée par de chiens de travail et de femelles reproductrices : leurs besoins métaboliques sont supérieurs à ceux d'un Labrador chien de compagnie. Ceci peut également limiter l'impact de certains facteurs de risque de surpoids.

L'intérêt de cette population est néanmoins son homogénéité mais les facteurs identifiés devront ensuite être validés sur d'autres populations.

4.2. Choix des méthodes

4.2.1. Questionnaire

L'utilisation d'un questionnaire rempli par les propriétaires pose toujours la question de leur objectivité. En effet, plusieurs analyses de questionnaires ont montré la complexité et la non-fiabilité de plusieurs types de questions. Notamment, les questions concernant la quantité d'aliments donnée, le type de récompenses ou encore le nombre de promenades par jour s'avéraient inexploitable (Sallander et al., 2001 ; German et al., 2011). Cependant, le choix d'un questionnaire permet de collecter une grande quantité d'informations en un minimum de temps. Les réponses doivent être exploitées avec précaution. Dans cette étude, seulement 70% des informations recueillies dans le questionnaire ont pu être exploitées.

4.2.2. Comparaison des méthodes de mesure

Le choix de la NEC comme méthode de référence a semblé évident puisqu'il s'agit d'une méthode utilisée en routine dans les études du surpoids (German et al., 2009a ; Yam et al., 2016) et qu'elle est communément employée en clinique privée. Néanmoins, comme vue dans la première partie, cette méthode n'est pas la plus précise et reste semi-quantitative. Or pour valider de nouvelles procédures d'estimation du tissu adipeux chez le chien, le recours à une technique de référence plus exacte et quantitative (comme la dilution au D₂O) aurait été préférable. Toutes les méthodes de mesures hormis la NEC sur photographies, semblaient augmenter en même temps que la NEC mais le manque de précision de celle-ci ne nous permet pas de statuer entièrement sur l'exactitude des autres mesures.

4.3. Prévalence du surpoids

Dans cette population, le surpoids, défini comme une NEC supérieure ou égale à 7, touche 33% des chiens (28 chiens sur 85). Ce chiffre est un peu plus faible que celui obtenu par Colliard et al (2006) sur une population de chiens français (38,8%) ou celui de Lund et al (2006, 34%) obtenu sur une population américaine mais reste dans le même ordre de grandeur. Il faut cependant noter que selon les études, l'échelle de notation de la NEC n'est pas la même (utilisation de l'échelle à 5 échelons dans l'étude de Lund et de Colliard). Bien que ces échelles aient une équivalence l'une avec l'autre, elles n'ont pas tout-à-fait la même sensibilité (German et al., 2006).

4.4. Facteurs de risque du surpoids

Dans cette étude, les facteurs de risque de surpoids mis en évidence ont été la stérilisation pour la population générale et un taux de croissance supérieur à 248% pour les chiens stérilisés. Un poids de naissance inférieur à 415g et un score « Food motivation » bas ont montré une tendance à augmenter le risque de surpoids à l'âge adulte.

Le facteur de risque de surpoids prépondérant qui s'est dégagé de cette étude est la stérilisation de l'animal. Ceci est en accord avec la littérature (McGreevy et al, 2005 ; Colliard et al., 2006 ; Charcosset, 2017). De plus, il s'agit d'un phénomène dont les enjeux sont aujourd'hui connus et des recommandations spécifiques sont faites auprès des propriétaires d'animaux stérilisés. En effet, la stérilisation a pour conséquence une baisse des besoins énergétiques d'environ 20% (Bermingham et al., 2014) et donc sans adaptation de l'activité et de l'alimentation, la prise de poids est inévitable.

La croissance durant la période néonatale (2-21j) semble également avoir une incidence sur la composition corporelle de l'adulte. Les chiots dont la prise de poids était la plus rapide au cours de cette période avaient un risque de surpoids plus élevé à l'âge adulte. Des observations équivalentes ont été faites en médecine humaine : un enfant dont le poids est dans le plus haut quintile entre la naissance et 5 mois double son risque d'obésité vers 4,5 ans (Dubois et Girard, 2006) ou encore, les enfants dans le plus haut tercile de prise de poids entre la naissance et 5 mois avaient 1,6 fois plus de risque d'être en surpoids entre 9 et 14 ans (Rooney et al., 2011).

Concernant le score « Food motivation », il apparaît qu'un score faible est lié à un risque d'obésité plus important, ce qui est contradictoire avec les résultats de Raffan et al (2015). Ils ont montré que des scores « Food motivation » importants étaient significativement associés à des NEC hautes ($p=0,0041$). Toutefois, les propriétaires qui reconnaissent leur chien comme glouton ont peut être tendance à être d'autant plus attentifs aux quantités de nourriture données à leur animal et au suivi de son poids. Raffan et al (2015) ont essayé d'analyser cette interaction et ont trouvé que les propriétaires de chiens très intéressés par la nourriture faisaient plus attention à leur prise alimentaire et à leur poids.

Le poids de naissance tendait à avoir une influence sur le risque de surpoids : le risque de surpoids à l'âge adulte était plus élevé pour les petits poids de naissance (<415g) de la population. Cette relation entre poids de naissance et obésité n'a pas encore été étudiée chez le chien. Cela peut correspondre au phénomène des « petits pour leur âge gestationnel ».

Néanmoins chez l'Homme, cette définition ne se base pas uniquement sur le poids à la naissance mais inclut aussi des mesures morphométriques. De plus, les bébés « grands pour leur âge gestationnel » présenteraient aussi un risque de surpoids plus élevé à l'âge adulte (Kramer et al., 2014). Récemment, une étude menée sur une cohorte de 146 chats a montré que le poids de naissance n'avait pas d'influence sur l'état d'embonpoint à l'âge adulte (Cave et al., 2018).

4.5. Résultats des différentes méthodes de mesure

4.5.1. Poids

Le poids s'est révélé être une mesure peu sensible par rapport à la NEC puisqu'il n'y avait pas de différence significative entre 2 catégories de NEC consécutives (Figure 24). German et al (2009) ont montré que le passage d'un échelon à l'autre de NEC correspondrait à une différence de poids de 5 à 15 % ce qui est cohérent avec les résultats trouvés ici (entre 4 et 10,8%, Tableau 6). Néanmoins, la pesée était assez précise pour distinguer les chiens normaux des chiens en surpoids (moyenne de poids des animaux notés 4-5 significativement différente des chiens notés 7-8-9). Ces derniers étaient significativement plus lourds.

La mesure du poids seule ne permet pas d'apprécier la proportion de tissu adipeux mais elle peut s'avérer utile pour le suivi. Ce paramètre est dépendant du format de la race considérée et du sexe.

Cette mesure montre donc ces limites assez rapidement pour estimer la proportion de tissu adipeux chez le chien mais peut être intégrée dans le suivi d'un chien en surpoids associée à d'autres méthodes.

4.5.2. Echographie

Pour les trois sites, les valeurs extrêmes de NEC prenaient des épaisseurs de tissu adipeux significativement différentes. En revanche, aucun des sites ne montrait de différence statistique entre toutes les NEC prises consécutivement. Néanmoins, des trois sites, les lombes semblent être plus en adéquation avec les résultats de la NEC, ceci est en accord avec l'étude de Payan-Carreira et al (2016). Néanmoins, l'abdomen était également cité, ce qui n'est pas le cas dans la population de Labradors.

Pour l'abdomen, les valeurs obtenues sont plus dispersées (CV=48% contre 38% pour le thorax et 39% pour les lombes). Cette observation est identique à celle de l'étude de Payan-Carreira et al (2016) où les mesures au niveau de l'abdomen étaient les plus variables également. En revanche, dans l'étude de Payan-Carreira et al (2016), les mesures d'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané les plus importantes se situaient dans la région abdominale alors que dans notre étude, elles se situaient au niveau lombaire. Notre résultat est néanmoins en accord avec les résultats de l'étude de Kobayashi et al (2014) qui déterminait l'épaisseur de tissu adipeux sous cutané via la tomodensitométrie.

Néanmoins, par cette technique, seule la masse graisseuse sous cutanée est accessible. Or, l'excès de poids est le résultat d'une accumulation de tissu adipeux sous-cutané et intra-

abdominal. Il est donc nécessaire de relier épaisseur de tissu sous-cutané et quantité de graisse intra-abdominale pour avoir une idée plus globale de la composition corporelle du chien.

4.5.3. Morphométrie

Le pourcentage de tissu adipeux estimé à partir de l'équation des mesures morphométriques était statistiquement différent entre les valeurs extrêmes de NEC. Néanmoins, là encore, la mesure n'était pas assez sensible pour être significativement différente entre 2 NEC consécutives hormis pour les NEC 7 et 8, 9. Cette méthode serait donc plus utile chez les chiens en surpoids voire obèses.

Witzel et al (2014) ont considéré l'équation utilisée pour calculer le pourcentage de tissu adipeux comme un ajustement à faire à la NEC pour les chiens dépassant 40% de tissu adipeux. En effet, les échelles de NEC se sont avérées imprécises pour des chiens ayant plus de 45% de tissu adipeux (Witzel et al., 2014). De ce fait, l'utilisation de cette équation pour les chiens diagnostiqués en surpoids permettrait de préciser leur composition corporelle.

4.5.4. NEC par photographie

Dans cette étude, 40% (34 chiens sur 85) des chiens ont obtenu la même note d'état corporel par palpation et par photographie. Ceci est bien inférieur au résultat obtenu par Gant et al (2016) à savoir 71% (35 chiens/51). En revanche, là aussi, la NEC par photographie sous-estimait plus souvent qu'elle ne surestimait la NEC par palpation (25% des chiens sous-estimés contre 4% surestimés). De plus, les erreurs de notation par photographie pour Gant et al (2016) se produisaient le plus souvent pour des chiens en surpoids (NEC=6 ou 7/9). L'estimation pour des chiens avec un poids idéal (NEC=4 ou 5 /9) ou des chiens obèses (NEC=8 ou 9/9) était plus souvent correcte par rapport à la NEC par palpation. Ceci n'est pas entièrement vérifié dans notre étude. En effet, pour les chiens avec un poids idéal (NEC=4 ou 5 /9), les résultats étaient identiques dans 71% des cas, 23% pour les chiens en surpoids (NEC=6 ou 7/9) et seulement 5% pour les chiens obèses (NEC=8 ou 9/9). L'étude de Gant et al (2016) s'est basée sur des photographies de chiens prises avant et après perte de poids. Or cette notion temporelle n'existait pas dans la cohorte de Labradors du CESECAH ce qui pourrait expliquer les différences observées. D'autre part, Gant et al (2016) concluent également que la performance de la méthode de notation par photographie est très dépendante de l'expérience des observateurs. La différence d'expérience entre les personnes attribuant les notes peut également expliquer les non-concordances constatées.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans cette étude, incluant 85 Labradors de race pure issus du CESECAH, nous avons mis en évidence que la stérilisation influençait, de façon majeure, la prise de poids. De plus, le risque d'obésité augmentait avec un taux de croissance élevé entre J2 et J21 chez les chiens stérilisés. Il tendait également à augmenter avec le poids de naissance et le score « Food motivation ». Ces résultats peuvent s'avérer primordiaux pour la conduite de l'élevage canin. En effet, un éleveur connaissant les conséquences du poids de naissance et de la croissance peut ainsi faire un suivi rapproché pour les chiens à risque. Il peut même agir sur le taux de croissance en contrôlant la prise alimentaire des chiots. Ces informations demandent cependant à être approfondies avec un plus grand nombre de chiens, dans des conditions d'élevage variées et dans d'autres races.

La présence de la mutation *POMC* serait également intéressante à intégrer dans la sélection des reproducteurs.

D'autre part, la recherche d'autre méthode d'estimation de la proportion du tissu adipeux chez le chien a montré que la pesée, l'échographie au niveau des lombes et la morphométrie étaient davantage en mesure de distinguer des chiens normaux et en surpoids comme définis dans l'étude que l'échographie au niveau de l'abdomen ou du thorax et que la notation d'état corporel par photographie.

Le non recours à une méthode de référence comme la DEXA ne nous permet pas, néanmoins de conclure quant à la précision de l'estimation de la quantité de tissu adipeux. Toutefois, dans le cadre du suivi d'un chien en surpoids, la combinaison de plusieurs méthodes de mesure peut être envisageable. Cela permettrait d'augmenter la sensibilité et donc de détecter des pertes de poids même minimales et ainsi encourager la poursuite de la prise en charge. D'autre part, un suivi avec plusieurs examens des chiens en surpoids mettrait en évidence la réalité de la maladie aux yeux des propriétaires.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussignée, **Sylvie CHASTANT-MAILLARD**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Fanny CELLARD** intitulée « Etat corporel du chien Labrador : Impact de facteurs néonataux et adultes » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 25 octobre 2018
Professeur Sylvie CHASTANT-MAILLARD
Enseignant Chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse


Ecole Nationale Vétérinaire
de Toulouse
Reproduction
23 chemin des Capelles
31076 TOULOUSE cedex 03
France

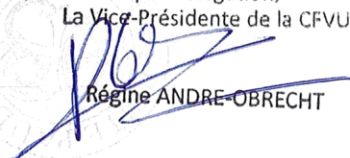
Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Patrick RITZ
Professeur Patrick RITZ
Service Endocrinologie - Maladies Métaboliques - Nutrition
RPPS - 10002576832
CHU TOULOUSE - Hôpital Rangueil
1, avenue Jean Poulhès - TSA 50032
31059 TOULOUSE Cedex 9 - Tél. 05 61 32 30 89

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université
Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Mlle Fanny CELLARD
a été admis(e) sur concours en : 2013
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 04/07/2017
a validé son année d'approfondissement le : 18/07/2018
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU

Régine ANDRE-OBRECHT

REFERENCES

- Adams, V.J., Ceccarelli, K., Watson, P., Carmichael, S., Penell, J., Morgan, D.M., 2018. Evidence of longer life: a cohort of 39 labrador retrievers. Vet. Rec. 182, 408.
- André, A., Leriche, I., Chaix, G., Thorin, C., Burger, M., Nguyen, P., 2017. Recovery of insulin sensitivity and optimal body composition after rapid weight loss in obese dogs fed a high-protein medium-carbohydrate diet. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 101 Suppl 1, 21–30.
- Banfield Pet Hospital (2016). Obesity is an Epidemic. State of Pet Health [en ligne]. <https://www.banfield.com/state-of-pet-health/obesity>, consulté le 17 juillet 2018
- Barić Rafaj, R., Kuleš, J., Marinculić, A., Tvarijonavičiute, A., Ceron, J., Mihaljević, Ž., Tumpa, A., Mrljak, V., 2017. Plasma markers of inflammation and hemostatic and endothelial activity in naturally overweight and obese dogs. BMC Vet. Res. 13, 13.
- Belotta, A.F., Teixeira, C.R., Padovani, C.R., Rahal, S.C., Mayer, M.N., Mamprim, M.J., 2018. Sonographic Evaluation of Liver Hemodynamic Indices in Overweight and Obese Dogs. J. Vet. Intern. Med. 32, 181–187.
- Bermingham, E.N., Thomas, D.G., Cave, N.J., Morris, P.J., Butterwick, R.F., German, A.J., 2014. Energy requirements of adult dogs: a meta-analysis. PloS One 9, e109681.
- Binkin, N.J., Yip, R., Fleshood, L., Trowbridge, F.L., 1988. Birth weight and childhood growth. Pediatrics 82, 828–834.
- Burkholder, W.J., Thatcher, C.D., 1998. Validation of predictive equations for use of deuterium oxide dilution to determine body composition of dogs. Am. J. Vet. Res. 59, 927–937.
- Cave, N.J., Bridges, J.P., Weidgraaf, K., Thomas, D.G., 2018. Nonlinear mixed models of growth curves from domestic shorthair cats in a breeding colony, housed in a seasonal facility to predict obesity. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 102, 1390–1400.
- Charcosset, M., 2017. Prévalence et facteurs de risque de surpoids dans une population de jeunes chiens de race pure. Thèse Doc Vet. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Cicuttini, F.M., Baker, J.R., Spector, T.D., 1996. The association of obesity with osteoarthritis of the hand and knee in women: a twin study. J. Rheumatol. 23, 1221–1226.
- Colliard, L., Ancel, J., Benet, J.-J., Paragon, B.-M., Blanchard, G., 2006. Risk factors for obesity in dogs in France. J. Nutr. 136, 1951S-1954S.
- Davison, L.J., Holder, A., Catchpole, B., O’Callaghan, C.A., 2017. The Canine POMC Gene, Obesity in Labrador Retrievers and Susceptibility to Diabetes Mellitus. J. Vet. Intern. Med. 31, 343–348.
- Day, M.J., 2017. One Health Approach to Preventing Obesity in People and Their Pets. J. Comp. Pathol. 156, 293–295.
- Domecq, J.J., Skidmore, A.L., Lloyd, J.W., Kaneene, J.B., 1995. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. J. Dairy Sci. 78, 2308–2313.

- Dourmad, J.Y., Etienne, M., Noblet, J., 2001. Mesurer l'épaisseur de lard des truies pour définir leur programme alimentaire. INRA Prod. Anim., 14(1), 41-50.
- Dubois, L., Girard, M., 2006. Early determinants of overweight at 4.5 years in a population-based longitudinal study. Int. J. Obes. 2005 30, 610–617.
- Emenheiser, J.C., Tait, R.G., Shackelford, S.D., Kuehn, L.A., Wheeler, T.L., Notter, D.R., Lewis, R.M., 2014. Use of ultrasound scanning and body condition score to evaluate composition traits in mature beef cows. J. Anim. Sci. 92, 3868–3877.
- Faverdin, P., Fisher, A. 2016. Monitoring du poids et de l'état corporel. Élevage de précision. Paris (FRA) : Editions France Agricole 2016. 125-144
- Ferrier, L., Robert, P., Dumon, H., Martin, L., Nguyen, P., 2002. Evaluation of body composition in dogs by isotopic dilution using a low-cost technique, Fourier-transform infrared spectroscopy. J. Nutr. 132, 1725S–1727S.
- Frank, L., Mann, S., Levine, C.B., Cummings, B.P., Wakshlag, J.J., 2015. Increasing body condition score is positively associated interleukin-6 and monocyte chemoattractant protein-1 in Labrador retrievers. Vet. Immunol. Immunopathol. 167, 104–109.
- Gant, P., Holden, S.L., Biourge, V., German, A.J., 2016. Can you estimate body composition in dogs from photographs? BMC Vet. Res. 12 : 18.
- German, A.J., Holden, S.L., Moxham, G.L., Holmes, K.L., Hackett, R.M., Rawlings, J.M., 2006. A simple, reliable tool for owners to assess the body condition of their dog or cat. J. Nutr. 136, 2031S-2033S.
- German, A.J., Morgan, L.E., 2008. How often do veterinarians assess the bodyweight and body condition of dogs? Vet. Rec. 163, 503–505.
- German, A.J., Hervera, M., Hunter, L., Holden, S.L., Morris, P.J., Biourge, V., Trayhurn, P., 2009a. Improvement in insulin resistance and reduction in plasma inflammatory adipokines after weight loss in obese dogs. Domest. Anim. Endocrinol. 37, 214–226.
- German, A.J., Holden, S.L., Bissot, T., Morris, P.J., Biourge, V., 2009b. Use of starting condition score to estimate changes in body weight and composition during weight loss in obese dogs. Res. Vet. Sci. 87, 249–254.
- German, A.J., Holden, S.L., Morris, P.J., Biourge, V., 2010a. Comparison of a bioimpedance monitor with dual-energy x-ray absorptiometry for noninvasive estimation of percentage body fat in dogs. Am. J. Vet. Res. 71, 393–398.
- German, A.J., Ryan, V.H., German, A.C., Wood, I.S., Trayhurn, P., 2010b. Obesity, its associated disorders and the role of inflammatory adipokines in companion animals. Vet. J. Lond. Engl. 1997 185, 4–9.
- German, A.J., Holden, S.L., Mason, S.L., Bryner, C., Boulloires, C., Morris, P.J., Deboise, M., Biourge, V., 2011. Imprecision when using measuring cups to weigh out extruded dry kibbled food. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 95, 368–373.

- German, A., 2012. Weight control and obesity in companion animals. Vet. Focus-Vol 22 N 2-2012 38.
- German, A.J., Holden, S.L., Wiseman-Orr, M.L., Reid, J., Nolan, A.M., Biourge, V., Morris, P.J., Scott, E.M., 2012. Quality of life is reduced in obese dogs but improves after successful weight loss. Vet. J. Lond. Engl. 1997 192, 428–434.
- German, A.J., Woods, G.R.T., Holden, S.L., Brennan, L., Burke, C. 2018. Dangerous trends in pet obesity. Vet. Rec. 182, 25.
- Glickman, L.T., Schofer, F.S., McKee, L.J., Reif, J.S., Goldschmidt, M.H., 1989. Epidemiologic study of insecticide exposures, obesity, and risk of bladder cancer in household dogs. J. Toxicol. Environ. Health 28, 407–414.
- Handl, S., German, A.J., Holden, S.L., Dowd, S.E., Steiner, J.M., Heilmann, R.M., Grant, R.W., Swanson, K.S., Suchodolski, J.S., 2013. Faecal microbiota in lean and obese dogs. FEMS Microbiol. Ecol. 84, 332–343.
- Harder, T., Rodekamp, E., Schellong, K., Dudenhausen, J.W., Plagemann, A., 2007. Birth weight and subsequent risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. Am. J. Epidemiol. 165, 849–857.
- Hussein, H.A., Westphal, A., Staufenbiel, R., 2013. Relationship between body condition score and ultrasound measurement of backfat thickness in multiparous Holstein dairy cows at different production phases. Aust. Vet. J. 91, 185–189.
- Im, E., Riegler, F.M., Pothoulakis, C., Rhee, S.H., 2012. Elevated lipopolysaccharide in the colon evokes intestinal inflammation, aggravated in immune modulator-impaired mice. Am. J. Physiol.-Gastrointest. Liver Physiol. 303, G490–G497.
- Ishioka, K., Hosoya, K., Kitagawa, H., Shibata, H., Honjoh, T., Kimura, K., Saito, M., 2007. Plasma leptin concentration in dogs: effects of body condition score, age, gender and breeds. Res. Vet. Sci. 82, 11–15.
- Jeusette, I., Greco, D., Aquino, F., Detilleux, J., Peterson, M., Romano, V., Torre, C., 2010. Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. Res. Vet. Sci. 88, 227–232.
- Jung, J.-H., Shim, K.-S., Na, C.-S., Choe, H.-S., 2015. Studies on Intramuscular Fat Percentage in Live Swine Using Real-time Ultrasound to Determine Pork Quality. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 28, 318–322.
- Kealy, R.D., Lawler, D.F., Ballam, J.M., Mantz, S.L., Biery, D.N., Greeley, E.H., Lust, G., Segre, M., Smith, G.K., Stowe, H.D., 2002. Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. J. Am. Vet. Med. Assoc. 220, 1315–1320.
- Kobayashi, T., Koie, H., Kusumi, A., Kitagawa, M., Kanayama, K., Otsuji, K., 2014. Comparative Investigation of Body Composition in Male Dogs Using CT and Body Fat Analysis Software. J Vet Med Sci. 76, 439-446.

- Kramer, M.S., Martin, R.M., Bogdanovich, N., Vilchuk, K., Dahhou, M., Oken, E., 2014. *Is restricted fetal growth associated with later adiposity? Observational analysis of a randomized trial.* Am. J. Clin. Nutr. 100, 176–181.
- Laflamme, D. 1997. *Development and validation of a body condition score system for dogs.* Canine Pract. 22, 10-15.
- Lim, H.-Y., Im, K.-S., Kim, N.-H., Kim, H.-W., Shin, J.-I., Yhee, J.-Y., Sur, J.-H., 2015a. *Effects of Obesity and Obesity-Related Molecules on Canine Mammary Gland Tumors.* Vet. Pathol. 52, 1045–1051.
- Lim, H.Y., Im, K.S., Kim, N.H., Kim, H.W., Shin, J.I., Sur, J.H., 2015b. *Obesity, expression of adipocytokines, and macrophage infiltration in canine mammary tumors.* Vet. J. Lond. Engl. 1997 203, 326–331.
- Lund, E.M., Armstrong, P.J., Kirk, C.A., Klausner, J.S., 2005. *Prevalence and Risk Factors for Obesity in Adult Cats from Private US Veterinary Practices.* Intern J Appl Vet Med. 3, 88-96
- Lund, E.M., Armstrong, P.J., Kirk, C.A., Klausner, J.S., 2006. *Prevalence and Risk Factors for Obesity in Adult Dogs from Private US Veterinary Practices.* Intern J Appl Vet Med. 4, 177-186
- Mankowska, M., Krzeminska, P., Graczyk, M., Switonski, M., 2017. *Confirmation that a deletion in the POMC gene is associated with body weight of Labrador Retriever dogs.* Res. Vet. Sci. 112, 116–118.
- Mawby, D.I., Bartges, J.W., d’Avignon, A., Laflamme, D.P., Moyers, T.D., Cottrell, T., 2004. *Comparison of various methods for estimating body fat in dogs.* J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 40, 109–114.
- McGreevy, P.D., Thomson, P.C., Pride, C., Fawcett, A., Grassi, T., Jones, B., 2005. *Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved.* Vet. Rec. 156, 695–702.
- McGreevy, P.D., Wilson, B.J., Mansfield, C.S., Brodbelt, D.C., Church, D.B., Dhand, N., Soares Magalhães, R.J., O’Neill, D.G., 2018. *Labrador retrievers under primary veterinary care in the UK: demography, mortality and disorders.* Canine Genet. Epidemiol. 5 : 8.
- Mushref, M.A., Srinivasan, S., 2013. *Effect of high fat-diet and obesity on gastrointestinal motility.* Ann. Transl. Med. 1, 14.
- Nam, H.-K., Lee, K.-H., 2018. *Small for gestational age and obesity: epidemiology and general risks.* Ann. Pediatr. Endocrinol. Metab. 23, 9–13.
- O’Neill, D.G., Church, D.B., McGreevy, P.D., Thomson, P.C., Brodbelt, D.C., 2014. *Prevalence of Disorders Recorded in Dogs Attending Primary-Care Veterinary Practices in England.* PLOS ONE 9, e90501.
- Park, H.-J., Lee, S.-E., Kim, H.-B., Isaacson, R.E., Seo, K.-W., Song, K.-H., 2015. *Association of obesity with serum leptin, adiponectin, and serotonin and gut microflora in beagle dogs.* J. Vet. Intern. Med. 29, 43–50.

- Payan-Carreira, R., Martins, L., Miranda, S., Olivério, P., Silva, S.R., 2016. *In vivo assessment of subcutaneous fat in dogs by real-time ultrasonography and image analysis*. Acta Vet. Scand. 58.
- Presle, N., Pottier, P., Dumond, H., Guillaume, C., Lapique, F., Pallu, S., Mainard, D., Netter, P., Terlain, B., 2006. *Differential distribution of adipokines between serum and synovial fluid in patients with osteoarthritis. Contribution of joint tissues to their articular production*. Osteoarthritis Cartilage 14, 690–695.
- Prospective Studies Collaboration, Whitlock, G., Lewington, S., Sherliker, P., Clarke, R., Emberson, J., Halsey, J., Qizilbash, N., Collins, R., Peto, R., 2009. *Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies*. Lancet Lond. Engl. 373, 1083–1096.
- R Core Team. 2016. *R: Language and Environment for Statistical Computing*. Vienne Austria : R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>
- Raffan, E., Smith, S.P., O’Rahilly, S., Wardle, J., 2015. *Development, factor structure and application of the Dog Obesity Risk and Appetite (DORA) questionnaire*. PeerJ 3, e1278.
- Raffan, E., Dennis, R.J., O’Donovan, C.J., Becker, J.M., Scott, R.A., Smith, S.P., Withers, D.J., Wood, C.J., Conci, E., Clements, D.N., Summers, K.M., German, A.J., Mellersh, C.S., Arendt, M.L., Iyemere, V.P., Withers, E., Söder, J., Wernersson, S., Andersson, G., Lindblad-Toh, K., Yeo, G.S.H., O’Rahilly, S., 2016. *A Deletion in the Canine POMC Gene Is Associated with Weight and Appetite in Obesity-Prone Labrador Retriever Dogs*. Cell Metab. 23, 893–900.
- Rankinen, T., Zuberi, A., Chagnon, Y.C., Weisnagel, S.J., Argyropoulos, G., Walts, B., Pérusse, L., Bouchard, C., 2006. *The human obesity gene map: the 2005 update*. Obes. Silver Spring Md 14, 529–644.
- Raschka, C., Ruda, L., Wenning, P., von Stemm, C.-I., Pfarrer, C., Huber, K., Meyer, U., Dänicke, S., Rehage, J., 2016. *In vivo determination of subcutaneous and abdominal adipose tissue depots in German Holstein dairy cattle*. J. Anim. Sci. 94, 2821–2834.
- Rooney, B.L., Mathiason, M.A., Schauberg, C.W., 2011. *Predictors of obesity in childhood, adolescence, and adulthood in a birth cohort*. Matern. Child Health J. 15, 1166–1175.
- Sallander, M.H., Hedhammar, A., Rundgren, M., Lindberg, J.E., 2001. *Repeatability and validity of a combined mail and telephone questionnaire on demographics, diet, exercise and health status in an insured-dog population*. Prev. Vet. Med. 50, 35–51.
- Sandøe, P., Palmer, C., Corr, S., Astrup, A., Bjørnvad, C.R., 2014. *Canine and feline obesity: a One Health perspective*. Vet. Rec. 175, 610–616.
- Sather, A.P., Jones, S.D.M., Bailey, D.R.C., 1996. *Real-time ultrasound image analysis for the estimation of carcass yield and pork quality*. Can. J. Anim. Sci. 76, 55–62.

- Shabana, null, Shahid, S.U., Hasnain, S., 2018. Use of a gene score of multiple low-modest effect size variants can predict the risk of obesity better than the individual SNPs. *Lipids Health Dis.* 17, 155.
- Toda, Y., Toda, T., Takemura, S., Wada, T., Morimoto, T., Ogawa, R., 1998. Change in body fat, but not body weight or metabolic correlates of obesity, is related to symptomatic relief of obese patients with knee osteoarthritis after a weight control program. *J. Rheumatol.* 25, 2181–2186.
- Tropf, M., Nelson, O.L., Lee, P.M., Weng, H.Y., 2017. Cardiac and Metabolic Variables in Obese Dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 31, 1000–1007.
- Tvarijonaviciute, A., Tecles, F., Martínez-Subiela, S., Cerón, J.J., 2012. Effect of weight loss on inflammatory biomarkers in obese dogs. *Vet. J. Lond. Engl.* 197 193, 570–572.
- Tvarijonaviciute, A., Ceron, J.J., de Torre, C., Ljubić, B.B., Holden, S.L., Queau, Y., Morris, P.J., Pastor, J., German, A.J., 2016. Obese dogs with and without obesity-related metabolic dysfunction - a proteomic approach. *BMC Vet. Res.* 12, 211.
- Weng, S.F., Redsell, S.A., Swift, J.A., Yang, M., Glazebrook, C.P., 2012. Systematic review and meta-analyses of risk factors for childhood overweight identifiable during infancy. *Arch. Dis. Child.* 97, 1019–1026.
- Whitaker, R.C., Wright, J.A., Pepe, M.S., Seidel, K.D., Dietz, W.H., 1997. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N. Engl. J. Med.* 337, 869–873.
- Wilkinson, M.J., McEwan, N.A., 1991. Use of ultrasound in the measurement of subcutaneous fat and prediction of total body fat in dogs. *J. Nutr.* 121, S47-50.
- Witzel, A.L., Kirk, C.A., Henry, G.A., Toll, P.W., Brejda, J.J., Paetau-Robinson, I., 2014. Use of a novel morphometric method and body fat index system for estimation of body composition in overweight and obese dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 244, 1279–1284.
- Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Bousbiat, S., Jaffrin, M., Cardot, P., Grandjean, D., Priymenko, N., Nguyen, P., Roux, F., 2015. Indirect prediction of total body water content in healthy adult Beagles by single-frequency bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Vet. Res.* 76, 547–553.
- Yam, P.S., Butowski, C.F., Chitty, J.L., Naughton, G., Wiseman-Orr, M.L., Parkin, T., Reid, J., 2016. Impact of canine overweight and obesity on health-related quality of life. *Prev. Vet. Med.* 127, 64–69.
- Yam, P.S., Naughton, G., Butowski, C.F., Root, A.L., 2017. Inaccurate Assessment of Canine Body Condition Score, Bodyweight, and Pet Food Labels: A Potential Cause of Inaccurate Feeding. *Vet. Sci.* 4, 30.

ANNEXE : Fiche de recueil des données

Fiche individuelle de suivi

N° identification pour l'étude :

.....

Votre chien

Nom : Race :

Numéro de puce électronique :

Date de naissance :

Sexe : Mâle / Femelle Stérilisé : Oui / Non Age de la stérilisation :

Ateliers

- Atelier 1 : « Questions »
- Atelier 2 : « Morphométrie »
- Atelier 3 : « Echographie »
- Atelier 4 : « Prélèvements »

Atelier 1 : Questions

Vous et votre chien

Vous vivez ? En ville / A la campagne / En milieu semi urbain

Votre chien vit-il avec d'autres chiens ? Oui / Non Si oui combien ? :

Votre chien vit-il avec des chats ? Oui / Non Si oui combien ? :

Votre chien a-t-il accès à un jardin ? Oui / Non

Votre chien dort-il ? A l'extérieur de la maison / Dans la maison

Combien de temps par jour promenez-vous votre chien ?

< 30 min / 30 min à 1h / 1h à 1h 30 / 1h 30 à 2 h 00 / > 2 h 00

Donnez-vous des croquettes ? Oui / Non

Si oui combien de fois par jour ? 1 2 3 A volonté

Si oui, quel(s) aliment(s) donnez-vous ? (marque et nom commercial)

En quelle quantité ? g / jour

Par quelle méthode de mesure ? Gobelet doseur / Balance

Donnez-vous de la nourriture humide (pâtée) ? Oui / Non

Si oui combien de fois par jour ? 1 2 3 A volonté

Si oui, quel(s) aliment(s) donnez-vous ? (marque et nom commercial)

En quelle quantité ? g/ jour

Par quelle méthode de mesure ? Gobelet doseur / Balance

Donnez-vous des récompenses ? Oui / Non

Si oui combien de fois par jour ? <1 1 2 3 > 4

Si oui, que donnez-vous ?

Votre chien est-il régulièrement vermifugé ? Oui / Non

Votre chien est-il sous traitement ? Oui : lequel Non

Votre chien a-t-il déjà présenté des problèmes de : Peau / Diarrhée / Vomissement / Toux

Autres problèmes :

| Questions | Totalement faux | Plutôt faux | Plutôt vrai | Totalement vrai |
|--|-----------------|-------------|-------------|-----------------|
| Mon chien est excité quand il y a de la nourriture autour de lui | | | | |
| Mon chien passe la plupart de sa balade en liberté | | | | |
| Mon chien a le droit à des restes de table dans sa gamelle | | | | |
| Mon chien réclame de la nourriture même s'il a peu de chance d'en recevoir | | | | |
| Mon chien réclame ou tourne autour de moi quand je prépare un repas pour moi ou ma famille | | | | |
| Mon chien refuse de manger s'il n'a pas faim | | | | |
| Mon chien termine son repas en une fois | | | | |
| Mon chien inspecte de la nourriture inhabituelle avant de la manger | | | | |
| Mon chien bouge beaucoup | | | | |
| Après un repas mon chien est toujours intéressé par la nourriture | | | | |
| Mon chien prend son temps pour manger un repas | | | | |
| Mon chien mange ses récompense immédiatement | | | | |
| Je partage mon repas avec mon chien | | | | |
| Mon chien ronfle | | | | |
| Mon chien respire fort ou présente des bruits respiratoires au repos | | | | |
| Mon chien peut courir doucement avec quelqu'un autour d'un terrain de foot. | | | | |
| Mon chien respire fort ou présente des bruits respiratoires à l'effort | | | | |
| Mon chien vomit ou régurgite fréquemment | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Mon chien mangerait n'importe quoi | | | | |
| Mon chien est très en forme | | | | |
| Mon chien reçoit souvent de la nourriture pour les humains | | | | |
| Mon chien a mal au ventre après certains aliments | | | | |
| Je pense que mon chien devrait perdre du poids | | | | |
| Mon chien marche majoritairement en laisse | | | | |
| Je restreins l'exercice de mon chien sous les conseils de mon vétérinaire | | | | |
| Je contrôle l'alimentation de mon chien pour contrôler son poids | | | | |
| Mon chien semble avoir faim en permanence | | | | |
| Les promenades avec mon chien incluent beaucoup de jeux énergiques | | | | |
| Je suis très attentif au poids de mon chien | | | | |
| Mon chien a un estomac sensible | | | | |
| Mon chien est très glouton | | | | |
| Mon chien voit souvent le vétérinaire pour des problèmes de santé | | | | |
| Je suis satisfait du poids de mon chien | | | | |
| Je mesure la quantité d'aliment que je donne à mon chien | | | | |
| Je fais très attention à la quantité d'exercice de mon chien de manière à la garder bien fin | | | | |
| Mon chien fait beaucoup d'exercice | | | | |
| Mon chien présente souvent des troubles digestifs | | | | |
| Mon chien mange des choses non comestibles comme des pierres, des jeux ou des chaussettes. | | | | |

Sur une échelle de 0 à 10, évaluer le côté glouton de votre chien
(0 = absolument pas glouton, 10 = c'est inimaginable d'être aussi glouton)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Absolument pas glouton | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | C'est inimaginable d'être aussi glouton |
| | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

Votre mode de vie

Dans quelle tranche d'âge vous situez vous ? 18-25 25-60 >60 ans

Pratiquez-vous une activité physique régulière ? Oui Non

Etes-vous encore en activité ? Oui Non

Atelier 2 : « Morphométrie »

Photographier la première page de la feuille clinique

Photo vue latérale gauche

Photo vue dorsale

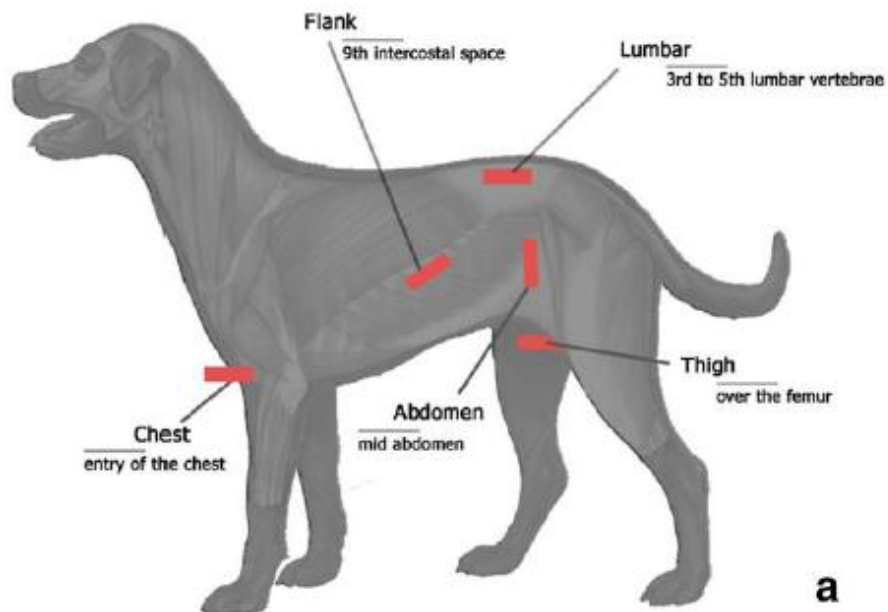
Poids (en kg) :

Note d'état corporel (1 à 9) :

| Région considérée | Comment mesurer | Résultat (en cm) |
|-----------------------------------|---|------------------|
| Circonférence de la tête | Entre les yeux et les oreilles et partie la plus large de la tête | |
| Circonférence thoracique | Autour du thorax entre la 4 ^{ème} et 6 ^{ème} côte | |
| Circonférence pelvienne | Autour de l'abdomen vers la 5 ^{ème} vertèbre lombaire | |
| Hauteur au garrot | Du sol au sommet du garrot | |
| Longueur membre antérieur | Depuis la partie proximale du coussinet métacarpien jusqu'à la pointe de l'olécrane | |
| Longueur membre postérieur | Depuis la tubérosité calcanéenne jusqu'à la partie proximale du coussinet métatarsien | |

Atelier 3 : « Echographie »

| Région considérée | Comment mesurer | Résultat (en cm) |
|-------------------|---|------------------|
| Région lombaire | <ul style="list-style-type: none"> • Entre la 3^{ème} et la 5^{ème} vertèbre lombaire, • 2 à 3 cm à gauche de la ligne médiane, • Sonde parallèle au processus épineux de la vertèbre lombaire | |
| Abdomen | <ul style="list-style-type: none"> • Paroi latérale gauche de l'abdomen • Mi-distance entre la ligne blanche et la pointe de l'apophyse transverse de la vertèbre lombaire • Sonde en position verticale | |
| Cuisse | <ul style="list-style-type: none"> • Face interne droite de la cuisse • Mi-distance par rapport à la ligne diagonale tracée entre la tubérosité ischiatique et tibiale • Sonde perpendiculaire au fémur (position horizontale) | |



Atelier 4 : « Prélèvements »

| Prélèvement | Fait |
|--------------------|------|
| Ecouvillon rectal | |
| Prélèvement buccal | |
| Prise de sang | |

ETAT CORPOREL DU CHIEN LABRADOR : IMPACT DE FACTEURS NEONATAUX ET ADULTES

L'objectif de cette étude était d'une part, d'analyser les facteurs de risque de surpoids dans une population de Labradors de race pure. D'autre part, la performance de différentes méthodes d'estimation de la proportion de tissu adipeux chez le chien comparée à l'établissement de la Note d'Etat Corporel a été déterminée. Au final, 34% des chiens de cette étude étaient en surpoids ($NEC \geq 7$). Le facteur de risque principal était la stérilisation (75% de chiens en surpoids contre 20% pour les chiens entiers). Chez les chiens stérilisés, le taux de croissance entre 2 et 21 jours avait une influence significative. Le poids de naissance et le score « Food motivation » tendaient à être significatif. Les chiens stérilisés ayant un taux de croissance supérieur à 248% et un poids de naissance inférieur à 415g étaient plus à risque de surpoids à l'âge adulte. Un score « Food motivation » bas constituait un risque de surpoids. Par ailleurs, l'échographie au niveau lombaire, la morphométrie et la pesée se sont avérées être plus sensibles que l'échographie de l'abdomen ou du thorax et l'établissement de la NEC par photographie pour estimer la NEC par palpation. Néanmoins, toutes les méthodes, hormis la photographie étaient cohérentes avec la NEC par palpation.

Mots-clefs : surpoids, poids de naissance, croissance, mode de vie, échographie, morphométrie, photographie

BODY CONDITION OF LABRADOR DOG : IMPACTS OF NEONATAL AND ADULT FACTORS

The aim of this study was one the one hand, an analysis of overweight factors in a population of pur breed Labradors. On the other hand, the performance of different methods for the assessment of fat tissu proportion was compared to the BCS (Body Condition Score). In the end, 34% of the dogs were overweight in this study ($BCS \geq 7$). The main risk factor was the neutering (75% of overweight dogs against 20% for intact dogs). For neutered dogs, growth rate between 2 and 21 days had an effect. Birth weight and « Food motivation » score were aimed at being significant. Neutered dogs with a growth weight over 248% and a birth weight under 415 g had more risk to be overweight at adultwood. A « Food motivation » score in the lowest values increased the risk of being overweight. Also, echography on the lumbar area, morphometry and weight proved to be more sensitive in comparison to echography on the abdomen or the thorax and BCS using photographs for estimating BCS by palpation.

Key words : overweight, birth weight, growth, lifestyle, echography, morphometry, photograph