



HAL
open science

Étude comparative de la prise en charge de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval : place de la balnéothérapie

Émilie Vidal

► **To cite this version:**

Émilie Vidal. Étude comparative de la prise en charge de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval : place de la balnéothérapie. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03776931

HAL Id: dumas-03776931

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03776931v1>

Submitted on 14 Sep 2022

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

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

ETUDE COMPARATIVE DE LA PRISE EN CHARGE DE L'OBESITE CHEZ L'HOMME, LE CHIEN ET LE CHEVAL : PLACE DE LA BALNEOTHERAPIE

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

VIDAL Emilie

Directrice de thèse : Mme Elodie LALLEMAND

JURY

PRESIDENTE :
Mme Annabelle MEYNADIER

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSEESSEURES :
Mme Elodie LALLEMAND
Mme Nathalie PRIYMENKO

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

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

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

**PROFESSEURS CLASSE
EXCEPTIONNELLE**

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

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

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

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

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

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

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

INGENIEURS DE RECHERCHE

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

Remerciements

A Madame la Professeur Annabelle MEYNADIER,

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Alimentation animale,

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Hommage respectueux.

A Madame Elodie LALLEMAND,

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

Chirurgie des équidés,

Qui m'a fait l'honneur de diriger cette thèse,

Pour sa disponibilité et sa bienveillance,

Profonde gratitude.

A Madame Nathalie PRIYMENKO,

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

Alimentation,

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

Sincères remerciements

Sommaire

Partie bibliographique : étude comparative de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval : épidémiologie, physiopathologie et conséquences

Liste des tableaux	5
Liste des figures	7
Liste des abréviations	9
I. Introduction.....	15
II. Les différentes méthodes permettant le diagnostic du surpoids et de l'obésité	17
A. Les méthodes de diagnostic utilisées en médecine humaine.....	17
1. L'Indice de masse corporelle (IMC)	17
2. La mesure du tour de taille	18
3. Estimation de la masse musculaire	20
4. La mesure des plis cutanés	20
5. L'impédancemétrie bioélectrique	22
6. La technique de l'eau doublement marquée au D2O ¹⁸	23
7. L'absorptiométrie biphotonique ou DEXA (Dual – Energy X-ray Absorptiometry)	23
8. Les paramètres biochimiques indicateurs d'obésité	24
B. Les méthodes de diagnostic utilisées en médecine vétérinaire canine et équine	25
1. Le poids corporel	25
2. La note d'état corporel.....	26
3. L'Index de Masse Corporelle (IMC) et morphométrie	32
4. Note d'état musculaire.....	36
5. Analyse de l'impédance bioélectrique.....	38
6. Absorptiométrie biphotonique aux rayons X à double énergie	38
7. Technique de dilution à l'oxyde de Deutérium (D2O).....	38
8. Les marqueurs biochimiques de l'obésité	39
III. Epidémiologie et physiopathologie du surpoids et de l'obésité	41
A. Les facteurs favorisant l'obésité.....	41
1. Un déséquilibre de la balance énergétique	41

2.	La sédentarité.....	42
3.	L'âge, la race, le sexe	43
4.	Une anomalie psychologique ou comportementale.....	44
5.	Une prédisposition génétique	46
6.	Le contexte socio-économique	47
7.	Autres facteurs favorisant l'obésité	48
B.	Physiopathologie de l'obésité.....	49
1.	La dynamique de la mise en place de l'obésité	50
2.	Physiologie du tissu adipeux	50
3.	Les mécanismes de contrôle de la prise alimentaire.....	51
4.	Les mécanismes de contrôle de la satiété	52
C.	Les conséquences du surpoids et de l'obésité	60
1.	En médecine humaine.....	60
2.	En médecine vétérinaire canine	68
3.	En médecine vétérinaire équine.....	73
IV.	La prise en charge du surpoids et de l'obésité	77
A.	La prise en charge nutritionnelle du surpoids et de l'obésité	77
1.	Les besoins en énergie, en macronutriments et micronutriments.....	78
2.	Les objectifs de perte de poids	87
3.	Mise en place d'un régime adapté	88
4.	Modalités de distribution de l'aliment en médecine vétérinaire.....	92
B.	La prise en charge physique du surpoids ou de l'obésité	94
1.	Les objectifs de la prescription d'une activité physique dans la perte de poids des patients obèses	94
2.	Les prérequis à la prescription d'une activité physique.....	96
3.	Quel type d'activité physique pour les patients obèses ?	97
4.	Les thérapies alternatives indiquées pour augmenter l'activité physique	103
C.	L'accompagnement psycho-comportemental de l'obésité	104
1.	En médecine humaine.....	105
2.	En médecine vétérinaire canine	107

3.	En médecine vétérinaire équine.....	108
V.	La balnéothérapie comme traitement du surpoids ou de l'obésité.....	113
A.	Les principes physiques mis en jeux lors de l'immersion dans l'eau	113
1.	Les différentes forces s'appliquant à un corps immergé	113
2.	Les réglages à effectuer en balnéothérapie qui découlent des principes physiques de l'eau.....	121
3.	L'intérêt de l'utilisation de l'hydrothérapie dans le cadre de la perte de poids.....	121
B.	Les indications à l'utilisation de la balnéothérapie comme outil thérapeutique	124
1.	En médecine humaine.....	124
2.	En médecine vétérinaire canine	126
3.	En médecine vétérinaire équine.....	127
C.	Les contre-indications, limites et précautions à l'utilisation de la balnéothérapie en médecine humaine et vétérinaire	130
1.	En médecine humaine.....	130
2.	En médecine vétérinaire canine	131
3.	En médecine vétérinaire équine.....	134

Partie expérimentale : étude de l'intérêt des propriétaires de chevaux pour la balnéothérapie équine à partir d'un questionnaire en ligne

I.	Objectifs de l'étude	138
II.	Matériels et méthodes	138
A.	Population étudiée	138
B.	Rédaction du questionnaire	138
C.	Méthodes de diffusion du questionnaire	139
D.	Traitement des données	140
III.	Résultats	140
A.	Réponses relatives aux connaissances des propriétaires sur la reconnaissance du surpoids ou de l'obésité chez le cheval	140
B.	Réponses relatives aux connaissances des propriétaires sur les conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval.....	144

C. Réponses relatives aux connaissances des propriétaires de chevaux sur la prise en charge de l'obésité	146
D. Réponses relatives à l'intérêt que porteraient les propriétaires de chevaux à la balnéothérapie dans le cadre de la prise en charge de l'obésité	148
IV. Discussion	153
A. Les différents biais de l'étude	153
B. Ce que l'on peut conclure de l'étude.....	154
C. Pour aller plus loin... ..	155
1. Estimation du coût de la prise en charge d'un cheval par la balnéothérapie.....	155
2. Cartographie des centres de balnéothérapie en France.....	158
3. La continuité de ce travail de thèse : une étude quantitative de l'efficacité de la balnéothérapie sur la perte de poids du cheval obèse	160
V. Conclusion	161
VI. Annexes.....	187

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Classification du surpoids et de l'obésité par l'IMC d'après l'OMS, 2003 (150).....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 2 : Valeurs du tour de taille en fonction des ethnies d'après l'International Diabetes Federation, 2006 (79).....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 3 : Equations prédictives de la densité corporelle (DC) en fonction de l'âge et du sexe chez l'adulte d'après les cours de l'Université médicale virtuelle francophone (41).....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 4 : Grille de note d'état corporel chez le chien (29).....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 5 : Résumé de la description de l'observation et de l'examen palpatoire en fonction de la NEC selon Carroll et Huntington (32)</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 6 : Résumé de la description de l'observation et de l'examen palpatoire en fonction de la NEC selon Henneke (83)</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 7 : Système de notation d'état musculaire (135)</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 8 : Les différents peptides et leur rôle dans l'arrêt de la prise alimentaire (5) (14)</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 9 : Les différents cancers chez l'homme et la femme pour lesquels l'incidence de la mortalité augmente de manière significative pour une augmentation de l'IMC de 5 kg/m² (38)</i>	<i>67</i>
<i>Tableau 10 : Estimation du métabolisme basal (BMR) en fonction de l'âge et du sexe de l'individu considéré (79).....</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 11 : Estimation du niveau d'activité physique en fonction du sexe de l'individu (79).....</i>	<i>79</i>
<i>Tableau 12 : Illustration des besoins en macro et micronutriments du chien selon NRC 2006 (BEE = Besoin énergétique d'entretien, EM = énergie métabolisable) (5)</i>	<i>83</i>
<i>Tableau 13 : Le rôle des fibres solubles et insolubles dans l'alimentation du chien (188) (90).....</i>	<i>84</i>
<i>Tableau 14 : Apports en minéraux recommandés chez le chien d'après les tables NRC 2006 (5)</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 15 : Exemples de protocoles d'activités sportives pouvant être prescrites dans le cadre de la prise en charge du surpoids ou de l'obésité (d'après la HAS (78))</i>	<i>99</i>
<i>Tableau 16 : Les différents indicateurs d'intensité du travail (194)</i>	<i>102</i>
<i>Tableau 17 : Les besoins énergétiques du cheval en fonction de la vitesse et de l'intensité du travail (124) (ED = énergie digestible, EN = énergie nette, UFC = unité fourragère cheval)</i>	<i>102</i>
<i>Tableau 18 : Prix TTC (toutes taxes comprises) d'une séance de balnéothérapie en fonction du type d'équipement utilisé dans l'ensemble des centres de France métropolitaine</i>	<i>156</i>

Liste des figures

<i>Figure 1 : Mesure du tour de taille d'après la Belgian Association for the Study of Obesity (BASO), 2002 (55)</i>	<i>19</i>
<i>Figure 2 : Illustration de la mesure des plis cutanés d'après le site « Diététicien Nutritionniste Santé » (51)</i>	<i>21</i>
<i>Figure 3 : Les différents sites de palpation de la masse graisseuse dans la détermination de la NEC chez le cheval (83).....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 4 : Mesures morphométriques relevées sur les chevaux type Arabes, poneys ou d'élevage (125)</i>	<i>35</i>
<i>Figure 5 : Mesures morphométriques relevées sur les chevaux de trait de de sport (34).....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 6 : Grille d'évaluation de la masse musculaire chez le chien (184).....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 7 : Proportion des différents mécanismes impliqués dans la dépense énergétique chez l'Homme (13) (88).....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 8 : Illustration des différents organes intervenant dans la régulation de la prise alimentaire (113)</i>	<i>55</i>
<i>Figure 9 : Schéma bilan : le rôle du tissu adipeux dans la régulation de la balance énergétique (source personnelle).</i>	<i>60</i>
<i>Figure 10 : Apports recommandés pour l'étalon de selle d'un poids vif adulte de 500 kg (199).....</i>	<i>82</i>
<i>Figure 11 : Augmentation de la pression hydrostatique en fonction du niveau d'immersion chez le cheval (134).....</i>	<i>113</i>
<i>Figure 12 : Illustration du centre de gravité chez l'Homme et chez le cheval et application de leur poids (134) (72) CG= centre de gravité, CP = centre des pressions.....</i>	<i>114</i>
<i>Figure 13 : Illustration de l'application des forces de pesanteur la poussée d'Archimède chez l'Homme et le cheval (134) (98).....</i>	<i>115</i>
<i>Figure 14 : Illustration du poids apparent chez l'Homme en fonction du niveau d'immersion (183).....</i>	<i>117</i>
<i>Figure 15 : A gauche, photo présentée dans la question 1 du questionnaire en ligne (source personnelle) d'une jument à NEC normale ; à droite, répartition des réponses des participants à l'étude en pourcentages. En vert, les zones à observer pour les dépôts graisseux, inexistantes ici.</i>	<i>141</i>
<i>Figure 16 : A gauche, photo présentée dans la question 2 du questionnaire en ligne (source personnelle) d'un cheval obèse ; à droite, répartition des réponses des participants à l'étude en pourcentages. En rouge, les zones à observer pour les dépôts graisseux.....</i>	<i>142</i>
<i>Figure 17 : A gauche, photo présentée dans la question 3 du questionnaire en ligne (source personnelle) d'une jument en surpoids ; à droite, répartition des réponses des participants à l'étude en pourcentages. En orange, les zones à observer pour les dépôts graisseux.....</i>	<i>142</i>
<i>Figure 18 : Répartition des réponses à la question 4 sur les localisations des dépôts graisseux à observer pour apprécier l'état corporel d'un cheval, en pourcentage.</i>	<i>143</i>
<i>Figure 19 : Répartition des réponses à la question relative aux conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval, en pourcentage.</i>	<i>145</i>

<i>Figure 20 : Répartition des réponses à la question 6, relative à la prise en charge de l'obésité chez le cheval, en pourcentages.</i>	<i>146</i>
<i>Figure 21 : Répartition des réponses apportées à la question 7, relative à l'intérêt de la balnéothérapie dans le traitement du cheval obèse, en pourcentages.</i>	<i>148</i>
<i>Figure 22 : Répartition des réponses à la question 8, visant à connaître la proportion des participants qui envisageraient la balnéothérapie dans le traitement de leur cheval obèse, en pourcentages.</i>	<i>149</i>
<i>Figure 23 : Répartition des réponses des participants à propos des raisons pour lesquelles ils n'utiliseraient pas la balnéothérapie dans la prise en charge de leur cheval obèse, en pourcentages.</i>	<i>149</i>
<i>Figure 24 : Répartition des réponses à la question 10, à propos de la fréquence des séances de balnéothérapies nécessaires dans la prise en charge de l'obésité, en pourcentages.</i>	<i>151</i>
<i>Figure 25 : Répartition des réponses des participants à la question 11, concernant le budget que les propriétaires seraient prêts à investir par séance, en pourcentages.</i>	<i>152</i>
<i>Figure 26 : Répartition des réponses à la question 12, relative au nombre de séances de balnéothérapie auxquelles les participants seraient prêts à inscrire leur cheval obèse, en pourcentage</i>	<i>152</i>
<i>Figure 27 : Cartographie des établissements affirmant avoir une activité de balnéothérapie équine en France métropolitaine (source : Google Maps).....</i>	<i>159</i>

Liste des abréviations

ACTH	Hormone Adrénocorticotrope
ACVIM-Eq	American College of Internal Medicine in equine
AET	Apport Energétique Total
AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
AgRP	Agouti-Related Protein
ALAT	Alanine Amino Transférase
ARC	Noyau arqué de l'hypothalamus
ASAT	Aspartate Amino Transférase
ASV	Auxiliaire Spécialisé Vétérinaire
ATP	Adénosine Tri-Phosphate
BASO	Belgian Association for the Study of Obesity
BE	Besoin Energétique réel
BED	Binge Eating Disorder
BEE	Besoin Energétique d'Entretien
BMR	Métabolisme basal
Bpm	Battement par minute
Ca	Calcium
CART	Cocain-Amphetamin Related Transcript
CCK	CholéCystoKinine
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CP	Circonférence Pelvienne
CRH	Corticotropine Releasing Hormone
Cu	Cuivre
DE	Densité Energétique
DEXA	Dual Energy X-Ray Absorptiometry
DO2	Oxyde de Deutérium
ED	Energie Digestible
EM	Energie Métabolisable
EN	Energie Nette
ENA	Extractif Non Azoté
ENVA	Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
ENVT	Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
FC max	Fréquence cardiaque maximale
FFE	Fédération Française d'Equitation
GHSR	Growth Hormone Secretagogue Receptor
GLP-1	Glucagon-Like Protein 1
GnRH	Gonadotropine Releasing Hormone
GNS	Glucides Non Structuraux
GOAT	Ghrelin O-Acyl Transférase
HAS	Haute Autorité de Santé
HDL	High Density Lipoprotein
HG	Hauteur au Garrot
Hs-Ha	Hypersensibilité-hyperactivité
IGF 1	Insulin-like Growth Factor 1
IL	InterLeukine
IMC	Indice de Masse Corporel
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
IUE	Incontinence Urinaire d'Effort

Kcal	Kilocalorie
keV	Kilo electron volt
Kg	Kilogramme
Km	Kilomètre
LDL	Low Density Lipoprotein
LPS	LipoPolySaccharide
LRC	Longueur entre la Rotule et la tubérosité du Calcanéum
MADC	Matière Azotée Digestible Cheval
Mcal	Méga calories
MET	Equivalent Métabolique
MG	Matière Grasse
Min	Minute
MJ	Méga Joules
mL	Millilitre
Mmol	Millimol
MS	Matière Sèche
Na	Sodium
ND	Nom Déposé
NEC	Note d'Etat Corporel
NF-κB	Nuclear Factor Kappa B
NICE	National Institute for health and Clinical Excellence
NPY	Neuropeptide Y
NRC	National Research Council
NTS	Noyau du Tractus Solitaire
O ₂	Dioxygène
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORL	Oto-Rhino-Laryngologie
P	Phosphore
PA	Périmètre Abdominal
Pa	Poids apparent
PAI 1	Plasminogen Activator Inhibitor 1
PAL	Physical Activity Level
PB	Protéines Brutes
PE	Périmètre de l'Encolure
PGE 2	Prostaglandine E2
PI	Poids Idéal
POMC	Pro-OpioMélanocortine
PT	Périmètre Thoracique
PV	Poids Vif
PVN	Noyau Paraventriculaire
PYY	Peptide YY
RPC	Rapport Protido-Calorique
RTH	Rapport Taille-Hanche
SAA	Sérum Amyloïde A
SAS	Syndrome d'Apnée du Sommeil
SME	Syndrome Métabolique Equin
T4	Thyroxine
TGF β	Tumor Growth Factor β
TNFα	Tumor Necrosis Factor α
TSH	Thyroid Stimulating Hormone

TTC	Toutes taxes comprises
UCP-1	UnCoupling Protein 1
UFC	Unité Fourragère Cheval
UI	Unité Internationale
UMES	Unité de Médecine de l'Elevage et du Sport
VLDL	Very Low-Density Lipoprotein
VO2 max	Volume de dioxygène maximal
Zn	Zinc
β-MSH	Melanocyte Stimulating Hormone β

Partie bibliographique : étude comparative de
l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval :
épidémiologie, physiopathologie et
conséquences.

I. Introduction

Le surpoids et l'obésité sont définis selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) par « une accumulation anormale ou excessive de graisse, qui nuit à la santé » (152). Elle se traduit par une balance énergétique positive, lorsque la quantité de calories ingérée est supérieure à celle dépensée. L'obésité, elle, est caractérisée par un excès de tissu adipeux corporel et correspond à un surpoids de plus de 20% par rapport au poids idéal (120). Le surpoids et l'obésité peuvent également être définis en médecine humaine selon la valeur de l'indice de masse corporelle (IMC), celui-ci étant supérieur à 25 kg/m² pour le surpoids et 30 kg/m² pour l'obésité. Une valeur de 40 ou plus correspond à de l'obésité morbide (152).

En 2016, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a enregistré 1,9 milliards de personnes en surpoids et 650 millions d'obèses. La prévalence de l'obésité chez l'adulte a triplé entre les années 1975 et 2016 (152) (5). En France, 50% de personnes sont en surpoids ou en obésité, avec plus de 8 millions de personnes obèses.

Concernant la médecine vétérinaire, en moyenne, en France, une étude a montré que 38,8% des chiens souffriraient de surpoids, et 5% d'obésité (42), ce qui en fait le trouble nutritionnel le plus fréquent. En équine, la prévalence de l'obésité n'est pas clairement connue à ce jour. En effet, des études réalisées au Royaume-Uni et en Australie en 2016 ont montré que l'obésité chez les chevaux et poneys de loisir serait comprise entre 35 et 50%, la prévalence étant beaucoup plus élevée chez les poneys shetland (71,5%) que chez les poneys (23,1%) et les chevaux (9,3%) (160) (182).

Le surpoids et l'obésité sont donc des affections qui touchent les humains et les animaux domestiques de manière concomitante. De plus, une étude a montré que les humains qui souffrent de surpoids ou d'obésité tendent à posséder des animaux souffrants eux-mêmes de cette maladie (23).

Le surpoids et l'obésité prédisposent à de nombreuses autres maladies : cardiovasculaires et respiratoires, métaboliques, ostéoarticulaires, ou encore endocriniennes. Ce sont également

des comorbidités importantes, pouvant entraîner la mort des patients. L'OMS a d'ailleurs enregistré plus de 4 millions de morts dans le monde à cause de l'obésité en 2016 (152).

Ainsi, cette étude a pour but, de comparer la prise en charge de cette maladie chez l'Homme, le chien et le cheval. Dans une première partie bibliographique sont comparées les différentes méthodes de détection de l'obésité, avec un descriptif des techniques utilisées sur le terrain, en clinique ou dans le domaine de la recherche. L'épidémiologie et la physiopathologie, chez les trois espèces mentionnées sont également abordées. Ensuite, nous détaillerons la prise en charge de l'obésité en médecine humaine et vétérinaire en nous appuyant sur trois axes principaux : la prise en charge nutritionnelle, la mise en place d'une activité physique adaptée et l'accompagnement psychologique et comportemental des patients. Ensuite, une dernière partie bibliographique sera concentrée sur la balnéothérapie en temps qu'outil thérapeutique complémentaire au traitement du surpoids et de l'obésité. Enfin, dans une seconde partie, une étude expérimentale sera présentée afin de déterminer si, comme en médecine humaine et en médecine vétérinaire canine, l'obésité peut être une indication à l'utilisation de la balnéothérapie en médecine vétérinaire équine.

II. Les différentes méthodes permettant le diagnostic du surpoids et de l'obésité

Dans cette première partie, nous allons citer les principales méthodes de terrain, cliniques et de recherche permettant de détecter le surpoids ou l'obésité en médecine humaine et vétérinaire. Il est important de noter que cette étude sera réalisée uniquement sur des individus adultes et n'ayant pas réalisé de chirurgie bariatrique (chez l'Homme).

A. Les méthodes de diagnostic utilisées en médecine humaine

1. L'Indice de masse corporelle (IMC)

L'IMC ou indice de QUETELET est défini par le rapport entre le poids et la taille au carré, soit :

$$IMC = \frac{\text{Poids (kg)}}{\text{Taille (m)}^2} \text{ Exprimé en kg/m}^2 \text{ (149) (13) (150).}$$

L'IMC est la méthode de référence mondiale dans la prise en charge des problèmes de surpoids car son utilisation est simple, et ne nécessite pas beaucoup de matériel (toise et pèse-personne). Le calcul de l'IMC permet d'établir une classification du surpoids. Les valeurs de référence déterminées par l'OMS pour un IMC non pathologique sont entre 18,5 kg/m² et 24,9 kg/m² (79) (13). La classification de l'IMC est présentée dans le tableau suivant (29) (150) :

Tableau 1 : Classification du surpoids et de l'obésité par l'IMC d'après l'OMS, 2003 (150).

	Classe de l'obésité	IMC (kg/m ²)
Insuffisance pondérale		< 18,5
Poids normal		18,5-24,9
Surpoids		25,0-29,9
Obésité	I Obésité modérée	30,0-34,9
	II Obésité sévère	35,0-39,9
	III Obésité morbide	≥ 40

Le calcul de l'IMC, associé à la mesure du tour de taille permet d'estimer le niveau d'adiposité abdominale et la répartition des tissus adipeux. Ces deux mesures permettent également d'évaluer le risque de maladie cardio-vasculaire chez un patient et le risque global

pour la santé. Dans le cadre de la prise en charge du surpoids ou de l'obésité, ces mesures constituent une base pour un suivi de perte de poids.

Il est important de noter que le calcul de l'IMC ne peut se faire que chez les personnes adultes. Les enfants en croissance, les femmes enceintes et les personnes âgées peuvent en effet voir leur IMC faussé par leur statut physiologique. De même, l'IMC ne sera pas interprété de la même manière chez une personne très musclée, car il sera plus élevé mais sans obésité. Il faut également tenir compte d'une éventuelle déshydratation qui fait diminuer l'IMC, ainsi que la présence d'œdèmes ou d'ascite qui l'augmentent (79).

2. La mesure du tour de taille

L'obésité est caractérisée par un excès de tissu adipeux et sa répartition dans l'organisme conditionne les risques pour la santé du patient. Le tour de taille est un indicateur simple de l'excès de graisse abdominale chez l'adulte, celui-ci étant associé au développement des complications métaboliques et vasculaires de l'obésité, indépendamment de l'IMC (79) (87). Lorsque la circonférence de la taille est supérieure ou égale à 102 cm chez l'homme et 88 cm chez la femme, le risque de diabète sucré, de dyslipidémie, d'hypertension artérielle et de maladies cardio-vasculaires est nettement accru, en raison d'un excès de masse grasse intra-abdominale. Les sujets ayant une circonférence de la taille dépassant ces valeurs-seuil doivent être classés dans une catégorie de risque supérieure à celle définie par leur IMC seul (55).

La mesure doit être prise sans vêtements, directement sur la peau ou sur des vêtements légers. Elle est prise à la fin d'une expiration normale, les bras relâchés de chaque côté du corps, en suivant la ligne axillaire, au point situé à mi-distance entre la partie inférieure de la dernière côte palpable et la crête iliaque (79) (190).

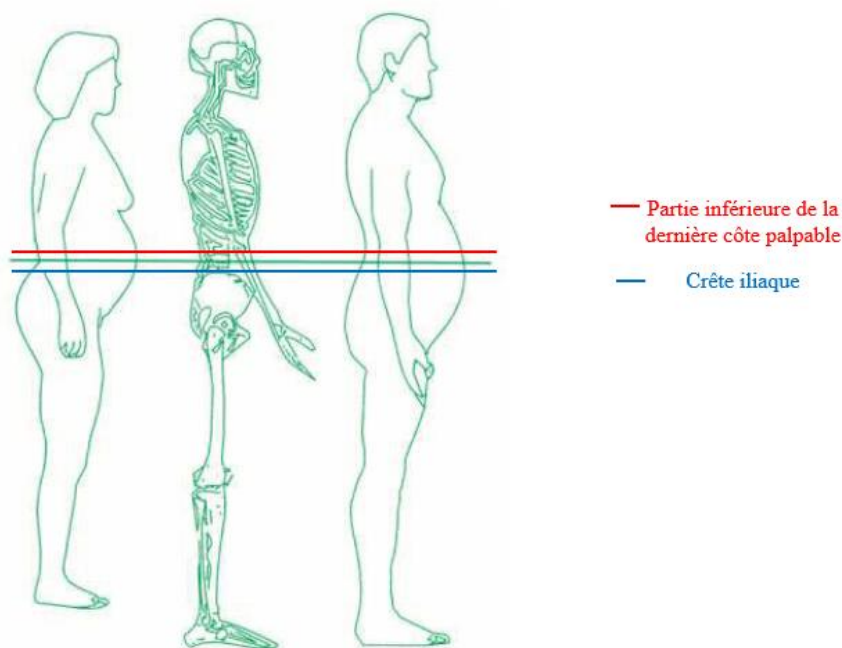


Figure 1 : Mesure du tour de taille d'après la Belgian Association for the Study of Obesity (BASO), 2002 (55)

L'obésité abdominale est également définie avec des valeurs spécifiques du tour de taille en fonction des ethnies, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 2 : Valeurs du tour de taille en fonction des ethnies d'après l'International Diabetes Federation, 2006 (79)

Pays/Ethnie	Tour de taille (en cm)	
	Homme	Femme
Caucasien	≥ 94	≥ 80
Asiatiques du Sud Population chinoise Population japonaise	≥ 90	≥ 80
Ethnies d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale	Utiliser les recommandations sud-asiatiques jusqu'à ce que des données plus spécifiques soient disponibles	
Origine ethnique africaine subsaharienne	Utiliser les données européennes jusqu'à ce que des données plus spécifiques soient disponibles	
Populations est-méditerranéennes et populations du Moyen-Orient (arabes)	Utiliser les données européennes jusqu'à ce que des données plus spécifiques soient disponibles	

L'intérêt de la mesure du tour de taille est avéré chez les personnes ayant un IMC inférieur à 35 kg/m². L'augmentation du tour de taille est associée à une augmentation des risques cardiovasculaire et de diabète de type II (79) (87).

On peut compléter cette mesure par celle du tour de hanche afin d'effectuer le rapport tour de taille/tour de hanche. C'est une autre manière d'évaluer l'adiposité abdominale. L'obésité abdominale ou « androïde » se définit par un excès de masse grasse au niveau du tronc (intra abdominal). Elle peut aussi être définie par un rapport taille/hanche (RTH) supérieur à 1 chez l'homme et 0.85 chez la femme. Néanmoins l'établissement du RTH ne permet pas de différencier la graisse péri-viscérale de la graisse sous-cutanée. L'obésité gynoïde quant à elle se définit par une répartition du tissu adipeux au niveau des hanches et des cuisses. Elle présente moins de risques cardiovasculaires et métaboliques que la précédente (13) (150).

3. Estimation de la masse musculaire

La créatinine est un métabolite dont l'excrétion urinaire journalière est le reflet de la masse musculaire. La mesure de son excrétion s'effectue après un régime de trois jours sans viande ni poisson afin d'éviter les apports exogènes. Le temps de recueil des urines de 24 h doit être très précis. Le calcul de la masse musculaire est basé sur une équivalence de 17,9 kg à 20 kg de muscle par gramme de créatinine (41).

La masse musculaire peut aussi être estimée par mesures anthropométriques à partir de la circonférence musculaire brachiale, elle-même dérivée de la circonférence brachiale et du pli cutané tricipital. C'est une méthode peu précise mais elle permet une appréciation de l'évolution de la masse musculaire au cours d'une situation clinique (41).

4. La mesure des plis cutanés

C'est une méthode de mesure indirecte et de prédiction de la densité corporelle. Elle nécessite l'utilisation d'une pince spécialement calibrée (adipomètre) permettant de mesurer l'épaisseur

du pli cutané sans écraser le tissu adipeux sous-cutané. Cette mesure doit être faite par un opérateur expérimenté. Les sites classiques de mesure sont (13) (41) :

- Le pli bicipital : mesuré en pinçant dans la longueur la peau de la face antérieure du bras à mi-distance de la pointe de l'olécrane et de celle de l'acromion.
- Le pli tricipital : mesuré en pinçant dans la longueur la peau de la face postérieure du bras à mi-distance en regard du triceps.
- Le pli sous-scapulaire : mesuré en pinçant la peau à deux travers de doigt en dessous de la pointe de l'omoplate.
- Le pli supra-iliaque : formé en pinçant la peau dans le sens vertical, à mi-distance entre le rebord inférieur des côtes et le sommet de la crête iliaque.

La figure ci-dessous montre la mesure des différents plis :

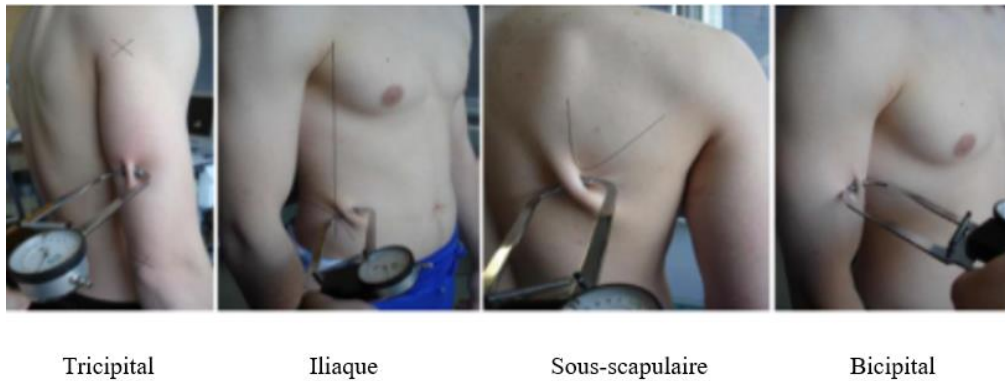


Figure 2 : Illustration de la mesure des plis cutanés d'après le site « Diététicien Nutritionniste Santé » (51)

Par convention, les mesures sont réalisées du côté dominant (13) (41). La somme des quatre plis permet d'estimer la densité corporelle et la masse grasse à partir d'équation de prédiction en fonction de l'âge et du sexe, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 3 : Equations prédictives de la densité corporelle (DC) en fonction de l'âge et du sexe chez l'adulte d'après les cours de l'Université médicale virtuelle francophone (41)

Tranches d'âge	Homme	Femme
17-19	DC = 1,1620 - 0,0630 (log S)	DC = 1,1549 - 0,0678 (log S)
20-29	DC = 1,1631 - 0,0632 (log S)	DC = 1,1599 - 0,0717 (log S)
30-39	DC = 1,1422 - 0,0544 (log S)	DC = 1,1423 - 0,0632 (log S)
40-49	DC = 1,1620 - 0,0700 (log S)	DC = 1,1333 - 0,0612 (log S)
>=50	DC = 1,1715 - 0,0779 (log S)	DC = 1,1339 - 0,0645 (log S)

S est la somme des 4 plis cutanés (bicipital, tricipital, souscapulaire et suprailliaque) exprimée en mm.

Cette méthode présente néanmoins plusieurs limites : la mesure du pli cutané est difficile chez les sujets présentant une obésité sévère. De plus, cette méthode sous-estime l'obésité gynoïde car elle ne prend pas en compte le tissu adipeux de la partie inférieure du corps. Enfin, elle estime mal le tissu adipeux profond donc l'obésité péri-viscérale est elle aussi sous-estimée (13) (41).

5. L'impédancemétrie bioélectrique

Cette méthode de mesure indirecte de la composition corporelle utilise le modèle à deux compartiments, dans lequel la masse grasse est dépourvue d'eau et la masse maigre en contient une proportion fixe de 73,2 % (13). L'impédance bioélectrique est caractérisée par la capacité des tissus hydratés à conduire l'énergie électrique. Elle se définit par la formule suivante (13) (41) :

$$V = \frac{r \times L^2}{Z}$$

Avec V= le volume conducteur

r = la résistance spécifique, qui est une constante déterminée par l'étalonnage du système.

L = la taille de l'individu

Z = l'impédance

Cette mesure est réalisée à l'aide de quatre électrodes : deux placées au poignet et deux au niveau de la cheville homolatérale. Un courant de 800 μ A et d'une fréquence de 50 kHz est appliqué pendant quelques secondes, et la mesure de Z est lue (13) (41). Du fait des

caractéristiques du courant, la mesure est totalement indolore. Un courant d'une fréquence supérieure à 50 kHz permet de mesurer un volume assimilé à l'eau corporelle totale. Quand cette fréquence est inférieure à 5 kHz, le volume correspond à l'eau extracellulaire (41).

À partir de l'estimation de l'eau corporelle totale, il est donc facile de calculer la masse maigre :

$$\text{Masse maigre} = 0,732 \times \text{Eau totale}$$

La masse grasse est alors déduite par soustraction de la masse maigre au poids du sujet. C'est une technique simple, facile à mettre en place, peu coûteuse et indolore pour le patient. Cependant, elle manque de précision, ce qui en fait une technique d'estimation uniquement. De plus, ce n'est pas un substitut à l'IMC pour la mesure de l'adiposité générale.

6. La technique de l'eau doublement marquée au D2O¹⁸

Elle consiste à faire ingérer au patient de l'eau doublement marquée par des isotopes non radioactifs de l'oxygène et de l'hydrogène (D2O¹⁸). Ces isotopes sont ensuite mesurés dans des échantillons d'urine, de salive et de prélèvement sanguin durant plusieurs jours par spectroscopie de masse permettant ainsi de calculer le CO₂ excrété et la dépense énergétique. Cependant, les difficultés d'obtention de l'isotope O¹⁸, la complexité de la technique ainsi que son coût élevé n'en fait pas une méthode utilisable dans le contexte clinique, mais plutôt dans le cadre de la recherche (13) (41).

7. L'absorptiométrie biphotonique ou DEXA (Dual – Energy X-ray Absorptiometry)

C'est l'examen de référence dans la mesure de la masse grasse corporelle. Elle permet l'évaluation de la composition corporelle globale en termes de masse grasse, de masse maigre non osseuse et de masse calcique, ainsi que d'étudier la distribution régionale de ces différents compartiments (13) (41). Elle consiste à balayer l'ensemble du corps avec un faisceau de rayons X à deux niveaux d'énergie et repose sur la différence d'atténuation de ces rayons en fonction des tissus (5) (64), ce qui permet d'estimer la proportion de masse grasse de façon non invasive (129). En effet, les rayons de basse énergie (40 keV) ne pénètrent que les tissus

pauvres en eau et non minéralisés, tandis que les rayons de haute énergie (100 keV) pénètrent tous les tissus. Ainsi, on peut différencier l'os d'un tissu maigre ou gras, et déterminer la quantité de chacun de ces tissus par acquisition informatique (129) (29). Le rapport des atténuations de ces deux rayonnements est fonction de la composition de la matière traversée. L'irradiation imposée au patient est faible et similaire à celle correspondant à une radiographie pulmonaire (64) (41). La précision est excellente. Le balayage du corps entier et le traitement d'images permettent une approche régionale (bras, tronc, jambes) des trois compartiments mesurés, impossible à réaliser avec les autres méthodes. La DEXA apparaît donc actuellement comme la méthode la plus intéressante pour l'étude de la composition corporelle et de ses variations en clinique (41).

C'est une méthode précise et reproductible. Cependant, son coût d'acquisition est élevé ce qui le rend difficilement utilisable en pratique quotidienne. Cette méthode correspond plutôt à des études dans le cadre de la recherche. De plus, l'appareil ne tolère pas une charge supérieure à 150 kg, ce qui peut s'avérer trop faible dans le cas d'obésité morbide (13). Bien que la DEXA soit la méthode la plus précise actuellement pour mesurer la masse grasse corporelle, certaines sources d'imprécision demeurent telles que l'état d'hydratation de l'individu étudié. En effet, la DEXA s'appuie sur l'hypothèse que la masse grasse contient 73% d'eau, donc une déshydratation fausse cette mesure. L'état d'embonpoint pourrait également être un facteur d'imprécision, sans savoir encore comment il influe sur la mesure DEXA. Enfin, la quantification des tissus mous est moins précise dans les zones à forte densité osseuse (bras, tête) (64).

8. Les paramètres biochimiques indicateurs d'obésité

D'après l'*International Diabetes Federation*, l'obésité abdominale est indépendamment associée à une augmentation des triglycérides, une réduction du HDL-cholestérol, une augmentation de la pression artérielle ou une augmentation de la glycémie à jeun (79). Cependant, l'obésité peut provoquer un dysfonctionnement d'organes, qui se traduit dans certains cas par une modification d'un ensemble de paramètres biochimiques. Ceux-ci étant facilement mesurables grâce à une prise de sang, et le coût étant faible, il peut être utile de les évaluer. Cependant, ces mesures ne constituent pas un outil diagnostique, mais plutôt un moyen de déterminer la gravité de la répercussion de l'obésité sur le métabolisme. De plus, elles

constituent un outil de suivi de la normalisation des paramètres biochimiques lors d'une perte de poids.

B. Les méthodes de diagnostic utilisées en médecine vétérinaire canine et équine

1. Le poids corporel

La pesée est la mesure la plus facile mais pas nécessairement la plus accessible à réaliser pour les propriétaires. En effet, c'est une mesure répétable, son exécution est rapide, se fait sur un animal vigile, et est indépendante de l'opérateur (120) (5) (68). Le propriétaire peut également la réaliser de manière simple en canine. En revanche, en équine, cela demande un équipement plus spécifique que les propriétaires ont rarement à disposition chez eux. Cela nécessite donc d'amener son cheval dans une structure équipée afin de le peser. En revanche, le gros avantage de cette technique est qu'elle permet un suivi de l'évolution du poids de l'animal (68), afin de réajuster la prise en charge du surpoids ou de l'obésité si besoin. C'est pourquoi la pesée doit, autant que possible, faire partie intégrante de l'examen clinique de tous les animaux lors de chaque consultation.

Cette méthode de mesure présente également quelques inconvénients. D'abord, dans un souci de précision, la pesée doit être effectuée avec la même balance et dans les mêmes conditions à chaque consultation. De plus, des facteurs de variation du poids existent tels que l'état d'hydratation, la présence d'œdème ou d'épanchement, des tumeurs ou hypertrophie d'un organe, l'amputation, la prise de nourriture avant le rendez-vous, la présence de selles ou encore d'urines (29) (31). De plus, la pesée ne permet pas de distinguer la part de masse maigre et de masse grasse (5).

Le but de la pesée est ensuite d'estimer le poids idéal de l'animal adulte. Néanmoins, celui-ci étant variable d'un individu à un autre en fonction de la race et du sexe notamment, il est difficile de le déterminer uniquement de cette manière. Ainsi, il est fortement recommandé d'utiliser conjointement une autre méthode permettant d'évaluer plus spécifiquement la part de masse grasse, telle que la note d'état corporel.

2. La note d'état corporel

La note d'état corporel (NEC) est le reflet de la proportion de masse grasse de l'organisme (5) (16), qui s'obtient par appréciation visuelle et palpatoire du patient (29). C'est la technique de notation la plus couramment utilisée. Il existe plusieurs systèmes de notation dont les plus courants sont les systèmes à 5 et 9 points, bien qu'aujourd'hui, une nouvelle échelle à 7 points ait été construite pour les propriétaires (71).

a) Chez le chien

Dans cette espèce, les zones d'observation et de palpation principales sont les côtes, la ligne du dos et la base de la queue. Normalement les côtes doivent rester peu visibles mais doivent être facilement palpables (tableau 3). Cela fait partie des critères d'engraissement qui sont indépendants du développement osseux et musculaire, variable selon les individus.

La note correspondant au poids idéal du chien est de 2,5-3/5 ou 4-5/9 (16) (27). Le chien possède de la graisse sous-cutanée mais également des dépôts internes qui sont situés dans les grandes cavités et organes. L'hypertrophie des dépôts adipeux peut avoir un impact direct sur le fonctionnement organique. Cette masse grasseuse interne est difficile à évaluer contrairement à la masse grasseuse externe qui est visible et palpable en région sous-cutanée du thorax, des lombes et de la base de la queue.

Chez le chien, il existe 4 systèmes de notation de NEC (29) (31) :

- Score sur 3 points : c'est une échelle simple qui permet de visualiser rapidement si le chien est en surpoids, obèse ou non et de sensibiliser le propriétaire à son état. C'est un système de notation qui n'est pas très précis : 1=maigre, 2=normal et 3=surpoids ou obèse.
- Score sur 5 points : très couramment employé et assez précis, chaque note correspond à une description clinique qui repose sur des critères de palpation de certaines zones du corps. 1 = animaux maigres, 2= poids insuffisant, 3 = poids normal, 4 = surpoids et 5= obèse.
- Score sur 9 points : il est d'une grande précision et sa corrélation à la composition du corps a été validée par la méthode DEXA. C'est l'échelle de référence dans les

publications scientifiques. Les détails du système de notation sont présentés dans le tableau 4.

- Score sur 7 points : méthode destinée au propriétaire. Elle est basée sur 7 catégories allant de la catégorie A (extrême maigreur) à la catégorie G (obésité sévère). Elle est comparable à l'échelle à 9 points mais intègre la notion de l'état de santé articulaire du chien, c'est-à-dire sa capacité locomotrice. La correspondance de cette notation avec la proportion de masse grasse évaluée par la méthode DEXA a été validée (71). Cette méthode permet d'inciter le propriétaire à réévaluer régulièrement son animal, et éventuellement consulter un vétérinaire, dont l'expertise ne peut être substituée par cette grille (29).

La finalité de la NEC est d'estimer le poids idéal de l'animal, qui est variable selon la race, l'âge, et le sexe de l'individu (120) (5) (170) :

- Pour le système de notation sur 5 points : chaque demi-point au-dessus de 3/5 représente 10% de surpoids. Ainsi, un animal à 3,5/5 présente 10% de surpoids, 4/5 en présente 20%, 4,5 en présente 30 % et 5/5 présente 40% de surpoids.
- Pour le système de notation sur 9 points : chaque point au-dessus de 5/9 représente 10% de surpoids. Ainsi, un animal à 6/9 présente 10% de surpoids, 7/9 en présente 20%, 8/9 en présente 30 % et 9/9 présente 40% de surpoids.

Le calcul du poids idéal s'effectue selon la formule suivante :

$$\text{Poids idéal} = \text{Poids réel} - \% \text{ surpoids} \times \text{Poids réel} \text{ (27)}$$

Tableau 4 : Grille de note d'état corporel chez le chien (29)

Note sur 9	Note sur 5	% masse grasse femelle	% masse grasse mâle	Palpation du squelette	Répartition du tissu adipeux
1 (Emacié)	1	ND	ND	Côtes, vertèbres, bassin et saillies osseuses visibles à distance	Pas de graisse discernable, forte musculature extrême
2 (Très maigre)	1,5	2,6	3,7	Côtes, vertèbres, bassin bien visibles, autres saillies osseuses éventuellement visibles	Pas de graisse palpable, perte minimale de muscle
3 (maigre)	2	8,4	8,2	Côtes facilement palpables voire visibles, apophyses épineuses des vertèbres lombaires visibles, os du bassin proéminents	Pas de tissu adipeux sous-cutané recouvrant les côtes
4 (fin)	2,5	14,1	12,7	Côtes facilement palpables	Graisse de couverture minimale
5 (Idéal)	3	19,9	17,2	Côtes palpables	Pas d'excès de graisse sous cutanée recouvrant les côtes
6 (surcharge)	3,5	25,7	21,7	Côtes palpables	Léger excès de graisse recouvrant les côtes
7 (Gros)	4	31,4	26,2	Côtes difficiles à palper	Graisse déposée sur les côtes, les lombes, la base de la queue
8 (obèse)	4,5	37,2	30,7	Côtes palpables en exerçant une forte pression	Fort dépôt de graisse sur les côtes, les lombes, la base de la queue
9 (très obèse)	5	43	35,1	Côtes non palpables	Dépôt majeur de graisse sur le thorax, rachis, base de la queue, encolure, membres, face



b) Chez le cheval

Concernant le cheval, il existe 6 à 7 sites anatomiques à observer (en fonction de la méthode de notation utilisée) que sont le chignon (bord supérieur de l'encolure), le garrot, la ligne du dos (ligne des apophyses épineuses), la croupe, l'attache de queue, l'arrière de l'épaule et les côtes. Les sites à palper sont quant à eux les mêmes à l'exception de la croupe (155).

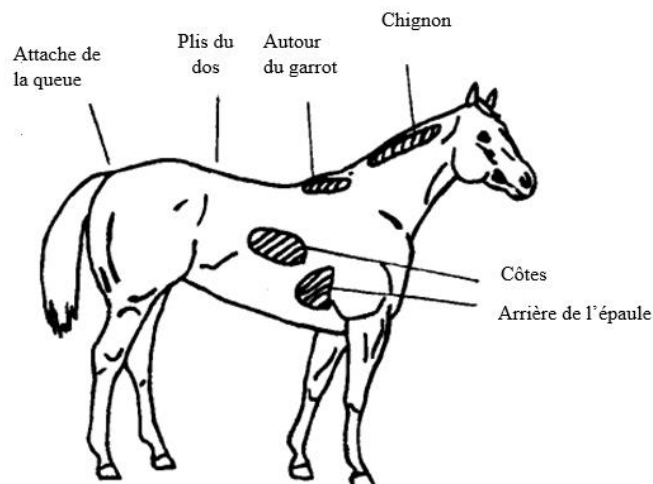


Figure 3 : Les différents sites de palpation de la masse graisseuse dans la détermination de la NEC chez le cheval (83)

Chez le cheval, il existe 2 systèmes de notation de l'état corporel : celui de Carroll et Huntington sur 5 points (tableau 5) et celui de Henneke sur 9 points (tableau 6), ce dernier étant le plus utilisé pour les équidés. Les deux systèmes reposent sur l'observation et la palpation des dépôts graisseux indépendamment de la musculature, ce qui rend cette technique adaptable à n'importe quelle race de chevaux (202). L'auscultation palpatoire est primordiale, notamment en hiver où le poil abondant empêche une bonne estimation visuelle de la masse graisseuse. De même, le statut physiologique de l'animal est à considérer dans l'évaluation de l'état corporel. Ainsi, une poulinière en fin de gestation aura les côtes plus saillantes du fait du poids du fœtus sur les tissus, il faudra alors accorder plus d'importance aux masses graisseuses derrière l'épaule et au garrot (202) (32) (83).

Une note de 2,5-3/5 ou 5/9 correspond au poids idéal d'un cheval adulte. Cependant, cette notation du poids idéal est à nuancer en fonction de la race ou de l'activité physique du cheval. En effet, les poneys sont réputés pour posséder un léger embonpoint donc une note de 3,5/5 ou 6/9 est considérée comme acceptable pour ce type d'équidés. De même, un cheval de course (trotteur ou galopeur) verra son poids idéal correspondre à une NEC de 2/5 ou 4/9. Les critères d'observation physique et de palpation en fonction de la NEC sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 5 : Résumé de la description de l'observation et de l'examen palpatoire en fonction de la NEC selon Carroll et Huntington (32)

	Encolure	Dos et côtes	Croupe
0 (très émacié)	Encolure « de brebis » marqué, base de l'encolure étroite et creuse	Peau moulant les côtes, processus épineux saillants et facilement visibles	Bassin anguleux, peau moulant les saillies osseuses, profonde cavité entre l'attache de la queue et la croupe
1 (maigre)	Encolure « de brebis », base de l'encolure étroite et creuse	Côtes facilement visibles, peau moulant les os, processus épineux bien visibles	Croupe creuse mais peau souple, bassin et croupe bien visibles, profonde dépression autour de la queue
2 (mince)	Etroite mais ferme	Côtes visibles, vertèbres couvertes, processus épineux palpables	Croupe plate, s'alignant sur les vertèbres, bien dessinée, présence de graisse, fine cavité autour de la queue
3 (idéal)	Pas de chignon (sauf étalons), encolure ferme	Côtes couvertes mais facilement palpables, pas de « gouttière » le long du dos, processus épineux couverts mais palpables	Couvert et arrondi par la graisse, pas de « gouttière », bassin facilement palpable
4 (surpoids)	Léger chignon, large et ferme	Côtes bien couvertes, palpables avec une forte pression, « gouttière » le long du dos	« Gouttière » à l'attache de la queue, bassin couvert par une graisse molle, palpable avec une pression ferme
5 (obèse)	Chignon marqué, très large et ferme, replis de graisses	Côtes très couvertes, non palpables, profonde « gouttière », dos trapu et plat	Profonde « gouttière » à l'attache de la queue, peau distendue, bassin très couvert, non palpable

Tableau 6 : Résumé de la description de l'observation et de l'examen palpatoire en fonction de la NEC selon Henneke (83)

	Chignon	Garrot	Ligne du dos	Attache de la queue	Côtes	Arrière de l'épaule
1	Très grêle. Squelette facile à sentir au toucher. Pas de muscle plat au niveau du point de rencontre de l'encolure et de l'épaule.	Très saillant. Squelette facile à sentir au toucher.	Très apparente. Les 3 apophyses des vertèbres sont faciles à sentir au toucher.	Très détachée.	Très saillantes. Chacune des côtes est facile à sentir au toucher.	Creux.
2	Grêle.	Saillant.	Apparente.	Détachée.	Saillantes.	Faiblement perceptible.
3	Mince. Squelette pouvant être senti au toucher. Léger plat au niveau du point de rencontre de l'encolure et de l'épaule.	Sorti. Squelette pouvant être senti au toucher.	Sommet des vertèbres très apparent. Apophyses épineuses faciles à sentir au toucher. Apophyses transverses Légèrement enveloppée de gras.	Os pelviens apparents.	Très visibles. Légère enveloppe de gras, mais les côtes peuvent encore être senties au toucher.	Épaule accentuée.
4	Modérément mince. Enveloppe de gras recouvrant le squelette.	Dépôts de gras sur le garrot (selon la conformation).	Légères arêtes. Gras recouvrant les apophyses épineuses.	Os pelviens recouverts. On ne peut pas sentir la graisse à l'attache de la queue.	Peu visibles. Côtes non visibles, mais elles peuvent encore être senties au toucher.	Épaule accentuée.
5	Pas de forte démarcation avec les épaules. L'encolure se fond harmonieusement dans l'épaule.	Le garrot se fond dans l'encolure.	Le dos est plat, aucun sillon ou arête.	Os pelviens noyés. Graisse spongieuse à l'attache de la queue.	Peu visibles mais aisément senties. Couche de gras sur les côtes.	Plat. L'épaule se fond sans à-coup avec la cage thoracique.
6	Légèrement gras	Coussinet adipeux autour du garrot.	Peut avoir un léger sillon.	Graisse assez molle autour de l'attache de la queue.	Légère couche adipeuse, mais on peut sentir chaque côte.	Graisse déposée derrière l'épaule.
7	Graisse déposée le long de l'encolure. Dépôts de gras le long de l'encolure.	Noyé.	Sillon le long du dos.	Graisse molle autour de l'attache de la queue.	Couche adipeuse nette entre les côtes, mais on peut les sentir. Gras spongieux sur et entre les côtes.	Dépôt de graisse derrière l'épaule.
8	Épaississement apparent de l'encolure.	Enveloppé de graisse.	Sillon prononcé le long du dos.	Graisse très molle autour de l'attache de la queue.	Difficiles à sentir.	Zone derrière l'épaule remplie, au même niveau que cage thoracique.
9	Enveloppée de graisse.	Bombé de graisse.	Sillon profond le long du dos.	Renflement de graisse à l'attache de la queue.	Côtes bombées. Amas de gras.	Bombée.

Pour conclure sur cette méthode, les notations à 5 et 9 points sont fiables chez les observateurs expérimentés. C'est une méthode simple qui permet de faire prendre conscience aux propriétaires du surpoids ou de l'obésité de leur animal, ainsi que de prendre la décision d'une prise en charge plus précoce (71). Cependant, le gros inconvénient de ce type de notation est qu'elle n'est pas répétable pour les observateurs non expérimentés (71). En effet, elle est attribuée suite à des critères visuels précis et la palpation de l'animal sur certaines régions du corps qui varient en fonction de l'espèce considérée. De plus, il est difficile avec cette technique de faire la différence entre la perte de masse maigre et le gain de masse grasse.

Les systèmes de notation à 7 et 9 points ont été validées de façon scientifique par comparaison avec la méthode de référence qu'est l'absorptiométrie biphotonique aux rayons X à double énergie : il existe une correspondance entre la NEC et le pourcentage de graisse de l'animal (5) (71). Cette méthode a donc une valeur scientifique reconnue.

3. L'Index de Masse Corporelle (IMC) et morphométrie

L'animal stocke la graisse autour des viscères, et dans son tissu sous-cutané, préférentiellement au niveau thoracique, lombaire, coccygien et intra-abdominal. La quantité de masse grasse peut ainsi être estimée par la mesure des périmètres thoracique et abdominal. De plus, la longueur de la tête, du thorax et des membres sont corrélées à la masse maigre. C'est l'analyse morphométrique. C'est une méthode moins utilisée car elle est plus chronophage et l'appui de certaines études sont nécessaires afin de déduire la quantité de masse grasse des mesures réalisées à l'aide de formules théoriques adaptées aux différentes races (120) (129).

L'index de masse corporelle (IMC) est calculé à l'aide de la mesure des masses maigre (distance entre la rotule et la tubérosité du calcanéum d'un des antérieurs) et grasse (périmètre thoracique au niveau de la neuvième côte) (120).

a) Chez le chien

Les formules de calcul suivantes peuvent être retenues pour estimer la masse grasse selon le sexe de l'animal (120) (129) (29) :

Chien mâle : % MG = - 1,4 x LRC + 0,77 x PA + 4

Chien femelle : % MG = -1,7 x LRC + 0,93 x PA + 5

MG : masse grasse

LRC : longueur entre la rotule et la tubérosité du calcanéum d'un des antérieurs (en centimètres)

PA : périmètre abdominal au niveau de l'ombilic (en centimètres)

PT : périmètre thoracique au niveau de la neuvième côte (en centimètres)

L'IMC a été adapté de la formule d'humaine chez le chien par l'équation suivante (120) (129) (29) :

$$IMC = \frac{Poids (kg)}{Hauteur au garrot (cm) \times [distance occiput - base de la queue (cm)]}$$

On peut également calculer le pourcentage de masse grasse d'un chien, en utilisant l'équation de calcul de la masse grasse (129) (29) :

$$Pourcentage\ masse\ grasse = \frac{-0,0034 \times LRC^2 + 0,0027 \times CP^2}{Poids\ de\ l'animal\ (kg)}$$

CP : circonférence pelvienne (en cm)

Néanmoins, cette méthode, qui repose sur la circonférence pelvienne, est à manipuler avec précaution. En effet, c'est la mesure la plus variable avec la quantité de graisse. Ainsi, le suivi de la perte de poids peut être réalisé par la mesure de la circonférence pelvienne, qui est le reflet de l'ampleur du développement adipeux (129) (29). Il doit être mesuré par la même personne sur un chien immobile sur ses quatre pattes, toujours au même endroit. Le périmètre thoracique peut également être mesuré mais n'est significatif que chez les chiens de 12 à 33kg (29) (31). En revanche, en fonction de la conformation raciale du chien, la circonférence pelvienne n'est pas toujours corrélée au pourcentage de masse grasse obtenue par la méthode DEXA (129). L'IMC dépend de l'âge et varie au cours de la croissance. Il est facilement utilisable mais ne différencie pas la masse maigre de la masse grasse (31).

b) Chez le cheval

L'estimation du poids d'un cheval peut tout d'abord être effectuée simplement à partir du périmètre thoracique, obtenu à l'aide d'un ruban mesureur. La mesure doit être prise derrière le coude (passage de sangle), au niveau du garrot en fin d'expiration avec un cheval placé « au carré ». C'est une méthode simple à mettre en œuvre, mais la mesure doit être précise car un léger changement de tension du ruban ou de positionnement peut entraîner une forte variation du poids estimé. Il existe plusieurs rubans sur le marché, prenant en compte la race, l'âge, la hauteur au garrot et l'état corporel du cheval (56).

D'autres méthodes de calculs utilisent plusieurs mesures morphologiques. Les formules les plus récentes ont été développées pour les chevaux de type arabe, les poneys et les chevaux d'élevage par Martinson *et al.* en 2014. Le but de leurs travaux était d'estimer le poids idéal en incluant le périmètre de l'encolure à d'anciennes formules morphométriques (formules de Carroll et Huntington) grâce à des variables qui ne seraient pas influencées par les dépôts de tissus adipeux (56) (125). Pour cela, les mensurations suivantes ont été prises (figure 4) :

- La masse pesée au jour de l'étude (à l'aide d'une balance),
- La taille au garrot au niveau de la troisième vertèbre thoracique,
- Le périmètre de l'encolure prise à mi-chemin entre la nuque et le garrot,
- Le périmètre thoracique au point distal où la crinière se termine,
- La longueur de la pointe de l'épaule à la tubérosité ischiale selon une ligne parallèle au sol (56) (125).

De ces mesures ont été déduites les 3 formules suivantes, avec une précision de 22kg (56) (125) :

$$Poids (kg) = \frac{PT^{1,486} \times L^{0,554} \times HG^{0,599} \times PE^{0,173}}{3596} \text{ (Chevaux type arabe)}$$

$$Poids (kg) = \frac{PT^{1,486} \times L^{0,554} \times HG^{0,599} \times PE^{0,173}}{3606} \text{ (Poneys)}$$

$$Poids (kg) = \frac{PT^{1,486} \times L^{0,554} \times HG^{0,599} \times PE^{0,173}}{3441} \text{ (Chevaux d'élevage)}$$

Avec PT = périmètre thoracique à l'insertion de la crinière en cm
 L = longueur du cheval de la pointe de l'épaule à la croupe en cm
 HG = hauteur au garrot au niveau de la troisième vertèbre thoracique en cm
 PE = le périmètre au milieu de l'encolure en cm

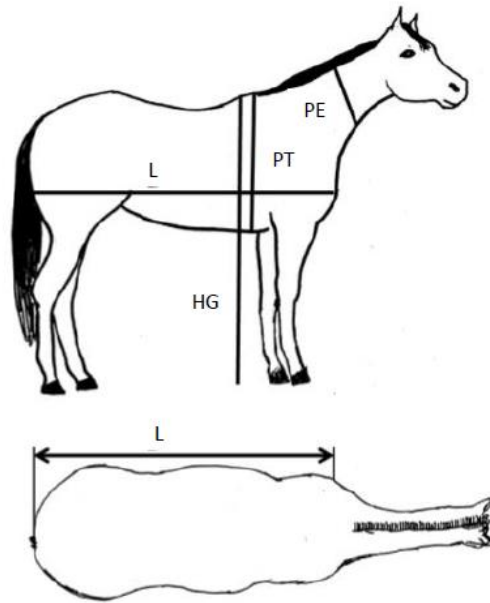


Figure 4 : Mesures morphométriques relevées sur les chevaux type Arabes, poneys ou d'élevage (125)

En 2016, Catalano *et al.* ont repris les travaux de Martinson *et al.* pour les adapter aux chevaux de trait et aux chevaux de sport (56) (34). Les mesures effectuées sur ces chevaux sont les suivantes (figure 5) :

- La masse pesée au jour de l'étude (à l'aide d'une balance),
- La taille au garrot au niveau de la troisième vertèbre thoracique,
- Le périmètre de l'encolure prise au milieu du cou,
- Le périmètre thoracique au niveau de la troisième vertèbre thoracique,
- La longueur de la pointe de l'épaule à la tubérosité ischiale selon une ligne parallèle au sol (56) (34).

De ces mesures ont été obtenues les formules suivantes, avec une précision de 28kg (56) (34) :

$$Poids (kg) = \frac{PT^{1,528} \times L^{0,574} \times HG^{0,246} \times PE^{0,261}}{1181} \text{ (Chevaux de trait)}$$

$$Poids (kg) = \frac{PT^{1,528} \times L^{0,574} \times HG^{0,246} \times PE^{0,261}}{1209} \text{ (Chevaux de sport)}$$

Avec PT = périmètre thoracique au niveau de la troisième vertèbre thoracique en cm

L = longueur du cheval de la pointe de l'épaule à la croupe en cm

HG = hauteur au garrot au niveau de la troisième vertèbre thoracique en cm

PE = périmètre au milieu de l'encolure en cm

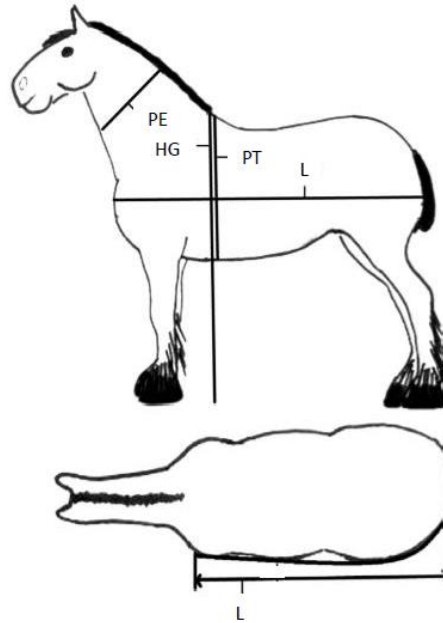


Figure 5 : Mesures morphométriques relevées sur les chevaux de trait de de sport (34)

Chez le cheval, contrairement au chien, on remarque que les formules sont à adapter en fonction de la race et de l'activité physique de l'animal, du fait des morphologies très différentes. Pour les équidés, l'étude morphométrique du poids est très chronophage car les mesures à réaliser sont nombreuses, avec tous les biais possibles que cela implique. Elle n'en reste pas moins une bonne méthode d'approximation du poids du cheval, surtout dans le cas où on ne dispose pas de balance, objet coûteux et non transportable en pratique vétérinaire ambulatoire.

4. Note d'état musculaire

Chez le chien, elle permet d'évaluer la masse musculaire et s'attribue suite à un examen visuel et une palpation des reliefs osseux temporaux, scapulaires, vertébraux (lombaires) et pelviens.

La palpation est d'autant plus importante que les animaux présentent un poil long ou mi-long (16) (184).

Cette méthode de notation n'a pas encore été validée (16). Certains auteurs proposent une échelle en quatre points dont le score est attribué en fonction de la perte de masse maigre, comme le montre le tableau suivant (184) :

Tableau 7 : Système de notation d'état musculaire (135)

Score	Masse maigre
0	Amyotrophie sévère
1	Amyotrophie modérée
2	Amyotrophie faible
3	Pas d'amyotrophie

L'évaluation de la condition musculaire permet de l'estimer indépendamment de la note d'état corporel (NEC) (16). Son estimation ainsi que sa réévaluation dans le cadre de la perte de poids d'un patient est recommandée, l'objectif étant de maintenir la masse maigre lors de la perte de masse grasse du patient. En effet, ce dernier peut tout à fait être obèse et posséder une faible masse musculaire (16) (184). La figure 6 présente l'examen palpatoire de la masse musculaire :

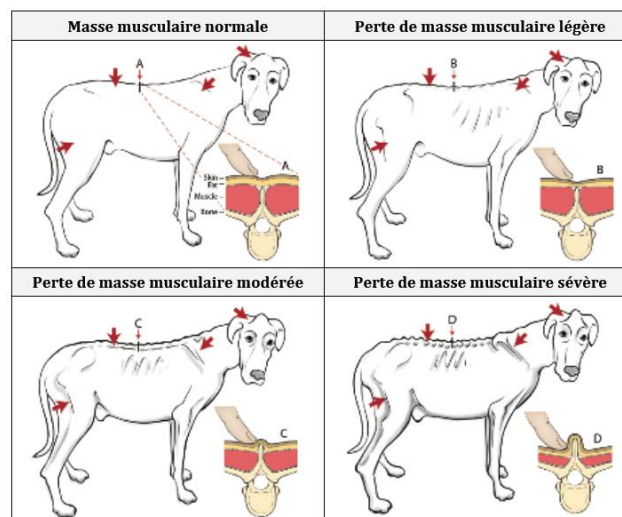


Figure 6 : Grille d'évaluation de la masse musculaire chez le chien (184)

5. Analyse de l'impédance bioélectrique

Chez l'animal, la mesure de l'impédance d'un courant permet aussi de différencier la masse grasse de la masse maigre. Cependant, celle-ci varie selon l'hydratation de l'animal, la température de sa peau et de l'air, etc. Cette technique nécessite une standardisation qui est en cours de validation chez le chien (5) (204).

6. Absorptiométrie biphotonique aux rayons X à double énergie

Chez le chien, cette technique montre une bonne corrélation entre le pourcentage de la masse grasse et la technique de référence (dilution au Deutérium), ainsi qu'avec le système de notation à 7 et 9 points de la NEC (5) (129). Cette méthode est fiable et reproductible mais plutôt réservée au domaine de la recherche. De plus, elle nécessite l'anesthésie générale de l'animal puisque celui-ci doit rester immobile durant 10 à 30 minutes. Enfin, cette méthode est adaptée des mesures faites en médecine humaine, c'est pourquoi un certain biais peut exister (64). Elle nécessite un équipement particulier qui n'est pas disponible en clientèle (29).

7. Technique de dilution à l'oxyde de Deutérium (D₂O)

C'est une méthode qui utilise le D₂O, isotope lourd de l'hydrogène, comme un marqueur s'équilibrant avec l'eau présente dans le corps. De plus, la technique se base sur le fait que la majorité de l'eau présente dans l'organisme se trouve dans les tissus non gras. Une quantité connue de D₂O est injectée par voie intraveineuse et se distribue uniformément dans toutes les réserves d'eau de l'organisme (129). Le D₂O est ensuite dosé par spectrométrie de masse quelques heures après injection. Ainsi, il est possible de déterminer le volume total d'eau dans lequel le marqueur a été dispersé, et par des formules adaptées à la race et à l'activité physique, d'en déduire la masse maigre, et par soustraction la masse grasse de l'animal (29). Cette technique a été validée chez le chien mais nécessite des contraintes importantes de radioprotection et de matériel, ainsi que du temps (129). De plus, la constante d'hydratation (teneur en eau de la masse maigre) fixée à 73,2% chez l'Homme est variable chez le chien : de 62,9 à 71,35%. Malgré tout, cette technique reste validée et est utilisée notamment chez le chien de sport (29).

8. Les marqueurs biochimiques de l'obésité

Bien que le diagnostic de l'obésité soit essentiellement clinique, il existe différents marqueurs de l'obésité, dont la concentration plasmatique varie lors de la prise ou de la perte de poids. Leur dosage permet un suivi soit dans le cadre de la recherche, soit pour évaluer l'efficacité des mesures thérapeutiques mises en place. Ces marqueurs sont (29) :

- Les paramètres hépatiques : ALAT, ASAT, protéines totales, albumine
- Les paramètres du métabolisme glucidique : glycémie, fructosamine, insulinémie, IGF1
- Les paramètres du métabolisme lipidique : cholestérol, triglycérides, LDL et phospholipides
- Les paramètres endocrinologiques : la leptine (148) (31), l'insuline, l'adiponectine, la ghréline, le cholestérol ou encore le TNF- α (31), T4, TSH, cortisol, prolactine, hormones sexuelles (œstrogènes).

Après avoir énoncé un certain nombre de méthodes d'évaluation du surpoids et de l'obésité, que ce soit sur le terrain, en clinique ou dans le domaine de la recherche, nous allons maintenant évoquer quelques éléments d'épidémiologie et de physiopathologie de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval.

III. Epidémiologie et physiopathologie du surpoids et de l'obésité

A. Les facteurs favorisant l'obésité

L'obésité est un processus multifactoriel car elle est la résultante de facteurs génétiques, environnementaux, comportementaux, et psychologiques qui interagissent entre eux. Ainsi l'étude des origines de l'obésité nécessite la prise en compte de tous ces facteurs.

1. Un déséquilibre de la balance énergétique

L'une des premières causes de prise de poids est un déséquilibre de la balance énergétique, c'est-à-dire un apport calorique supérieur aux dépenses (120) (167). Cela peut être causé par un déséquilibre quantitatif (prise de nourriture trop importante en quantité ou en fréquence) et/ou qualitatif, à savoir un déséquilibre dans les apports en macro et micronutriment (88). De plus, ce dernier peut être provoqué par une diminution de l'activité physique ou du métabolisme (167). Tous ces mécanismes provoquent une modification de la masse grasseuse (13) (88).

En médecine vétérinaire, la composition des aliments en macronutriments est primordiale à prendre en compte. En effet, des aliments riches en lipides ou en glucides vont être beaucoup plus appétents, ce qui augmente la quantité ingérée et peut favoriser la prise de poids, d'autant plus qu'ils auront une densité énergétique élevée. C'est le cas de la nourriture humide ou la ration ménagère lorsqu'elle est mal réalisée. Ceci contribue au surpoids ou à l'obésité, de même que les friandises, dont les calories sont rarement prises en compte dans les besoins journaliers de l'animal (5) (23) (112). De plus, le mode de distribution de l'aliment peut aussi être un facteur favorisant la prise de poids. En outre, une distribution *ad libitum* pour un animal ayant une mauvaise régulation de son appétit encourage une ingestion importante et donc une prise de poids (120) (23). De même, un chien nourri une fois par jour aurait plus de risque d'être en surpoids ou obèse qu'un chien nourri plusieurs fois par jour, à densité énergétique égale, car répéter les repas augmenterait la perte d'énergie via la thermogénèse (5) (23) (167).

2. La sédentarité

La sédentarité est la deuxième cause de prise de poids. Elle se définit par une inactivité physique qui a pour conséquence une dépense énergétique diminuée par rapport aux apports caloriques provenant de l'alimentation (5). La dépense énergétique correspond à l'énergie utilisée par l'organisme pour assurer les fonctions nécessaires à l'entretien de la vie chaque jour (13). Celle-ci s'effectue grâce au métabolisme de repos, à la thermogénèse et à l'activité physique (13) (88). Chaque mécanisme agit sur la dépense énergétique dans des proportions différentes comme le montre la figure suivante :

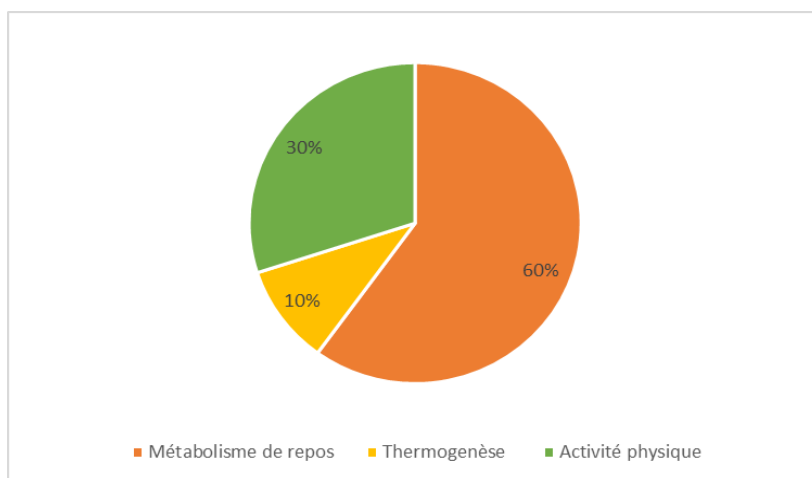


Figure 7 : Proportion des différents mécanismes impliqués dans la dépense énergétique chez l'Homme (13) (88)

Le métabolisme de repos représente l'énergie utilisée pour assurer les fonctions de l'organisme et l'activité du système nerveux sympathique. A titre d'exemple, un Homme adulte de 70 kg a un métabolisme de repos de 1 500 kcals environ. Il dépend de l'âge, du sexe, du poids et de la taille. La thermogénèse est induite par l'alimentation et tire son origine de quatre phénomènes (201) :

- Le métabolisme de base (ou entretien cellulaire)
- L'effet thermique de l'alimentation : l'énergie nécessaire à la digestion, à l'absorption, au transport, au métabolisme et au stockage des aliments ingérés, ainsi que l'activation du système nerveux sympathique par les glucides ou autres composants alimentaires (13) (201)

- La chaleur induite par l'exercice physique (activité musculaire) : liée à l'activité physique est le plus influencée par le comportement individuel volontaire. C'est donc sur elle qu'il faut concentrer ses efforts lors d'une perte de poids.
- La thermogenèse adaptative, qui est non mesurable (chaleur produite en réponse à l'altération de l'efficacité du métabolisme associée à un changement des conditions environnementales) (201). Elle est fonction du contenu calorique des aliments ingérés ainsi que de la composition des repas (88) (201). La dépense énergétique

En médecine vétérinaire canine, le cadre de vie peut participer à la sédentarité des animaux de compagnie. En effet, dans les milieux ruraux ou semi-ruraux, les chiens sont plus prédisposés au surpoids et à l'obésité, les propriétaires ne pensant pas utile de les sortir en balade puisque leur chien a un accès permanent au jardin (5). En médecine vétérinaire équine, force est de constater que le milieu de vie des chevaux a grandement évolué et peut influencer la prise de poids. En effet, ce sont des animaux qui à l'origine parcouraient de grandes distances à la recherche de nourriture et d'eau, ils avaient donc une activité physique suffisante pour prévenir du surpoids ou de l'obésité. Aujourd'hui, les chevaux sont, au mieux, logés dans des parcelles de prairie où ils peuvent se mouvoir à leur guise mais sur une surface réduite, au pire dans un box parfois enfermés vingt-trois heures sur vingt-quatre. Il n'est donc pas difficile de concevoir que de telles conditions de vie favorisent la prise de poids si l'apport calorique n'est pas contrôlé par les propriétaires et adapté à l'effort physique fourni par leur cheval (119).

3. L'âge, la race, le sexe

En médecine humaine, en 2012, la prévalence de l'obésité augmente quel que soit le sexe, mais de manière plus prononcée chez les femmes (15,7 %) que chez les hommes (14,3 %). Elle augmente également avec l'âge (60), probablement du fait de la diminution du métabolisme de base et de la masse maigre, au profit de la masse grasse. De plus, comme évoqué précédemment, certaines ethnies sont morphologiquement conformées de telle sorte qu'il existe chez elle un léger embonpoint naturel (79).

En médecine vétérinaire canine, ce sont les femelles qui semblent être plus touchées par le surpoids et l'obésité que les mâles (5) (42). En effet, ces derniers ont une masse maigre plus importante que les femelles. Par ailleurs, l'obésité et le surpoids concernent plutôt des chiens

d'âge moyen (5) (130) (42) (117) (101), le pic d'obésité ayant été observé pour des chiens âgés d'environ 10 ans (130) (101). Contrairement à la médecine humaine, l'idée selon laquelle la prévalence de l'obésité augmente avec l'âge chez le chien est controversée. En effet, certaines études tendent à montrer au contraire que les jeunes (< 1 an) et les vieux chiens (> 12 ans) ont une NEC faible, correspondant à un poids en dessous de l'idéal (101). Dans l'espèce canine, il existe également des prédispositions raciales, dont les principales concernées sont les suivantes : Shetland, Chien de berger, Teckel, Golden retriever, Labrador, Berger australien, Chihuahua, Rhodesian ridgeback, Flat coated retriever, Berry blue terrier, Bedlington terrier, Irish terrier, Clumber spaniel et Beagle (5) (42) (117). De plus, les chiens de races croisées ont une prévalence de surpoids/d'obésité plus élevée que les pure race (130). Parmi les chiens de race pure en surpoids ou en obésité, une étude a évalué que 46% étaient de race toys, et 94% des chiens de compagnie contre 6% de chien de travail. Enfin, la stérilisation multiplie par 2,23 le risque de surpoids ou d'obésité chez le chien (42).

En médecine vétérinaire équine, l'influence du sexe sur la prise de poids ne semble pas avoir été étudiée à ce jour. En revanche, tout comme les chiens, le surpoids et l'obésité semblent toucher plutôt les chevaux d'âge moyen. En effet, le vieillissement provoque en général un amaigrissement dû à une mauvaise usure des dents, une moins bonne thermorégulation et des modifications du métabolisme de repos. Toutefois, aucune étude portant sur l'influence de l'âge sur le surpoids et l'obésité n'a actuellement été réalisée pour corroborer ces suppositions. Enfin, la race semble jouer un rôle dans la prise de poids. En outre, les poneys sont connus pour être plus sujets au surpoids voire l'obésité que les chevaux (182).

4. Une anomalie psychologique ou comportementale

En médecine humaine, des études ont montré que l'obésité est d'une part un état pathologique et d'autre part la conséquence d'une hyperphagie induite par un désordre psychologique (10). Selon la théorie des stades pulsionnels de la psychanalyse, elle résulterait d'une anomalie lors de la phase orale du développement psychogénétique, qui induirait un désordre du comportement alimentaire de type consommation compensatrice (13) (10).

De plus, la pédopsychiatre et psychanalyste Hilde Bruch décrit deux types d'obésités : celle de développement qui concerne les enfants et ne sera donc pas développée ici, et l'obésité réactionnelle. Cette dernière serait, selon elle, la conséquence d'une hyperphagie déclenchée

en réponse à un traumatisme émotionnel, tel que la peur de manquer ou de perdre (la vie, la substance, la réputation, l'amour, etc.), ou la perte elle-même du fait de la mort, de la rupture, de l'échec ou d'un licenciement. Dans ce cas, la prise de poids serait réversible avec un régime après la résolution des difficultés psychologiques (13) (10).

Dans les années 1980 deux nutritionnistes américains Jules Stunckard et Albert Walden ont, quant à eux, émis l'hypothèse que le cortège de signes présentés par les patients obèses (anxiété, dépression, troubles de l'image de soi et du comportement alimentaire) serait plutôt la conséquence de l'obésité, notamment à cause des préjudices de la discrimination qu'elle induit sur le plan social (10). Les principaux troubles du comportement alimentaire observés chez les personnes obèses sont :

- L'hyperphagie boulimique (Binge Eating Disorder ou BED) caractérisée par des accès hyperphagiques non suivi par les stratégies de contrôle du poids grâce auxquelles les boulimiques évitent de grossir.

- Le syndrome de restriction cognitive : c'est l'un des facteurs d'échec des régimes. Ici, l'individu sait qu'il est en surpoids et qu'il mange trop. Il va donc instaurer une restriction alimentaire en quantité mais également en choisissant certains aliments plutôt que d'autres (réduction des sources de glucides et de lipides). Cette première phase provoque, au bout d'un certain temps, une levée des mécanismes de contrôle des quantités ingérées, ce qui a pour conséquence l'apparition de phénomènes de compulsion alimentaire. De cette deuxième phase découle une aggravation de l'obésité et de son retentissement psychologique (la dégradation de l'estime de soi, l'anxiété et la dépression) (13) (10).

En médecine vétérinaire canine, de nombreuses zones d'ombre persistent quant à l'origine d'une prise excessive de nourriture. En effet, la question se pose de savoir si un chien mange plus car il a trop de nourriture à sa disposition, ou si cela provient d'autre chose. Il semblerait, grâce à des études réalisées en médecine humaine, sur des rats de laboratoire et quelques expériences réalisées sur des chiens, que ce dernier puisse manger davantage en réponse à un stress, un défaut de bien-être ou encore une mauvaise qualité de vie. Il est important de déterminer l'origine de cette prise excessive de nourriture, car une restriction alimentaire sur un animal qui cherche à compenser un stress, ne fera qu'empirer le problème (132). De plus, d'après une étude réalisée sur des rats, une situation stressante (privation de jeux) provoque une augmentation de la consommation de nourriture et la préférence pour une alimentation grasse et sucrée. Ces résultats peuvent être transposés au chien, qui possède des mécanismes

d'adaptation au stress semblables aux rats, mais aucune preuve n'existe à ce jour (5). En médecine vétérinaire équine, la composante comportementale vient plutôt de la hiérarchie mise en place au sein d'un troupeau de chevaux. En effet, le dominant du groupe aura un accès privilégié à la nourriture, ce qui peut être un facteur de risque de surpoids ou d'obésité (119).

5. Une prédisposition génétique

Chez l'Homme, le patrimoine génétique joue un rôle important dans le développement de l'obésité. Des études d'épidémiologie génétique ont été réalisées et ont révélé que la modification d'un phénotype donné (comme le poids, la masse grasse ou le rapport taille/hanche) en réponse aux variations de l'environnement nutritionnel (activité physique, apport énergétique) est plus proche chez les jumeaux monozygotes que dans les autres groupes. Trois cohortes ont donc été définies (13) :

- Les obésités monogéniques à expression obligatoire ou à pénétrance variable : rares, elles proviennent du dysfonctionnement d'un seul gène et sont indépendantes de l'environnement. En effet, elles mettent en jeu une mutation récessive sur les gènes codant pour la leptine, son récepteur et la carboxypeptidase par exemple, ce qui altère la voie hypothalamique de contrôle de la satiété et de l'homéostasie énergétique (10) (144).
- Les obésités dites syndromiques, mettant en jeu d'autres signes cliniques tels qu'un retard mental, des particularités morphologiques, ainsi qu'un défaut de développement de certains organes. Cela provient d'un discret défaut génétique ou d'un chromosome autosomal ou X anormal. Le syndrome le plus connu est celui de Prader-willi (144).
- Les obésités polygéniques ou oligogéniques : elles sont fréquentes. Ici, chaque gène impliqué a une faible contribution dans la détermination des phénotypes liés à l'obésité. Ainsi, cette dernière ne se développe que lors d'interactions gènes-environnement ou gènes-gènes. Les gènes mis en jeu ne sont pas connus à l'heure actuelle, tant les interactions gènes-environnement sont complexes et variables d'un individu à l'autre (10) (144).

Ainsi, la génétique entraîne une susceptibilité à l'obésité, mais c'est l'environnement et les comportements du sujet qui vont jouer un rôle majeur dans l'expression du phénotype. C'est

l'interaction gène-environnement. À ce jour, plus de 250 gènes impliqués dans la prise de poids, l'obésité sévère et/ou les complications de l'obésité ont été identifiés par des équipes françaises de l'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) et du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), gènes dont les effets individuels restent modestes. Il est estimé que 70% des patients présentant une obésité ont un parent obèse. Néanmoins, les membres d'une même famille ne partagent qu'une partie de leurs gènes. Ils ont également le même type d'alimentation, le même mode de vie et un contexte socio-culturel commun. Les conditions intra-utérines ou post-natales (comme l'exposition aux perturbateurs endocriniens) pourraient être à l'origine d'une prédisposition génétique par une empreinte laissée sur le système de régulation de la balance énergétique (43) (61).

En médecine vétérinaire canine, deux études ont montré l'existence, chez le labrador, d'une mutation par délétion au niveau du gène POMC (pro-opiomélanocortine) qui provoque une augmentation de l'adiposité, du poids et de la motivation pour la nourriture par perturbation de la production des β -endorphines et des β -MSH (116) (163). D'autres composantes génétiques sont envisagées mais aucune preuve de leur existence n'a été avancée à ce jour. En médecine vétérinaire équine, une prédisposition génétique à l'obésité est suspectée du fait de sa prévalence plus élevée chez les poneys et les chevaux de trait que chez les chevaux de selle, mais à notre connaissance, aucune étude n'a été menée à ce jour.

6. Le contexte socio-économique

L'alimentation peut être influencée par les émotions et affects, mais également par l'aspect convivial et social du repas et par la disponibilité des produits actuels. La société de consommation favorise cet excès d'apports énergétiques à l'origine d'une prise de poids. En effet, les campagnes publicitaires toujours plus nombreuses et la mise sur le marché quotidienne de nouvelles denrées (dont l'apport nutritionnel est discutable) influencent le comportement alimentaire des populations.

Enfin, les déterminants socio-culturels et économiques sont à prendre en compte. L'augmentation de la prévalence de l'obésité touche toutes les catégories professionnelles (43) (185). Cependant, elle est plus élevée chez les agriculteurs et les ouvriers que chez les cadres, et une disparité existe également entre les hommes et les femmes, à la défaveur de ces dernières (185). L'enquête Obepi-Roche de 2012 montre que la prévalence de l'obésité

diminue lorsque le niveau d'instruction de l'individu augmente et est inversement proportionnelle aux revenus du foyer (60).

En médecine vétérinaire canine aussi, la catégorie socioprofessionnelle rentre de manière significative en jeu. En effet, les propriétaires dont la tranche de revenu est la plus élevée sont beaucoup moins susceptibles de posséder un chien obèse, phénomène corrélé à ce qui est observé en médecine humaine (5) (46). Cela pourrait provenir du niveau d'éducation des propriétaires et de la prise de conscience de l'obésité de leur animal, ainsi que de ses conséquences sur sa santé. Concernant la médecine vétérinaire équine, aucune donnée n'est disponible sur ce sujet.

7. Autres facteurs favorisant l'obésité

De récents travaux ont mis en évidence que la qualité de la flore intestinale peut être associée à une susceptibilité plus ou moins importante de développer des maladies métaboliques liées à l'obésité (43) (61). Des études réalisées sur des souris suggèrent qu'en fonction de la composition du microbiote intestinal, l'extraction calorique des nutriments n'est pas la même. Ainsi, une extraction calorique plus élevée entraîne un stockage de l'énergie en excès par les adipocytes, ce qui favorise la prise de poids (43) (206). Une étude en ce sens a également été réalisée chez des poneys Welsh, et a montré une différence significative de microbiote intestinal entre les chevaux obèses et le groupe témoin, mais aucune corrélation n'a pu être effectuée avec la quantité d'acides gras volatiles trouvés dans les fèces, témoins de cette extraction calorique (140). Enfin, des études chez les souris ont montré que la flore intestinale participerait à la genèse ou à l'entretien du surpoids selon un mécanisme de sélection bactérienne dépendante de l'alimentation. De plus, il est possible que selon le type de flore intestinale, des mécanismes généraux comme l'absorption de LPS favorise le développement d'une insulino-résistance ou d'une stéatose hépatique (206).

En médecine vétérinaire canine, le facteur propriétaire est important. D'une part, ils peuvent avoir une mauvaise interprétation des comportements de leur chien obèse. Ils ont alors tendance à comprendre tous les besoins de leur chien comme une demande de nourriture et donc à aggraver ce risque d'obésité (5). D'autre part, les propriétaires de chiens en surpoids ou obèses sous-estiment la NEC de leurs animaux. Inconscients de leur état d'embonpoint, ils

ne peuvent donc pas mettre en place d'eux-mêmes des mesures hygiéniques visant à limiter leur prise de poids (42).

Des affections endocriniennes peuvent également avoir une influence sur la prise de poids des chiens. C'est le cas de l'hypothyroïdie qui entraîne une diminution du métabolisme de base et qui, de ce fait, contribue à la prise de poids sans que les apports alimentaires ne soient changés. L'hypercorticisme se caractérise par une dérégulation de la teneur en corticoïdes dans l'organisme, qui se voit alors augmentée, ce qui stimule la prise alimentaire, et donc une prise de poids. Une redistribution des dépôts graisseux en région dorsale et abdominale voire viscérale amplifie d'ailleurs l'aspect pendulaire de l'abdomen. Le syndrome de Cushing est alors évoqué, syndrome qui est également retrouvé chez les chevaux. Enfin, la mise en évidence d'un hyperinsulinisme, causé notamment par les insulinomes, entraînent de la polyphagie, et donc une prise de poids associée (5).

Il existe également quelques facteurs iatrogènes à considérer dont la stérilisation. En effet, elle est souvent associée au risque d'apparition de surpoids et d'obésité chez le chien, du fait d'une baisse des besoins énergétiques au repos d'environ 30% post-chirurgie (5) (42). Enfin, certains auteurs affirment que l'administration de médicaments au long court comme les contraceptifs à base de progestatif, le phénobarbital, les corticoïdes ou les benzodiazépines provoquent une prise de poids car ils engendrent une polyphagie (5) (29) (61).

B. Physiopathologie de l'obésité

Comme vu précédemment, l'obésité est la résultante d'un déséquilibre du bilan énergétique de l'individu, c'est-à-dire un défaut d'homéostasie énergétique (13). Cette dernière est permise par le système nerveux central et plus précisément l'hypothalamus. Celui-ci intervient en régulant la prise alimentaire et la dissipation de l'énergie en agissant sur les réserves du tissu adipeux, et par l'intermédiaire de la leptine. Ainsi, la régulation du poids d'un individu est régie par un ensemble de mécanismes physiologiques et biologiques que l'on peut observer dans l'ensemble du règne animal (145).

1. La dynamique de la mise en place de l'obésité

Le développement de l'obésité s'effectue en trois phases (13) :

- Une phase dynamique de prise de poids, consécutive à un dérèglement du maintien de la balance énergétique, qui provoque une augmentation du stockage lipidique.
- Une phase statique d'entretien, durant laquelle l'excès de poids se constitue et où la masse cellulaire active augmente les dépenses énergétiques liées au métabolisme de base. Par conséquent, on observe un rétablissement du bilan énergétique mais à un poids supérieur au poids initial.
- Une phase de lutte contre l'excès de poids et résistance à l'amaigrissement. En effet, une réduction des apports alimentaires peut entraîner une perte de poids mais la diminution de la masse corporelle entraîne également une réduction du métabolisme de base, ainsi que du coût de l'exercice physique. On constate à ce stade un arrêt de la perte de poids.

2. Physiologie du tissu adipeux

L'obésité est définie par une augmentation de la masse grasse et une modification de sa répartition. L'Homme adulte possède principalement du tissu adipeux blanc qui constitue non seulement une réserve énergétique, mais aussi le plus grand organe endocrine de l'organisme. En effet les cellules adipeuses (adipocytes) sécrètent un nombre important d'hormones, les adipokines, qui sont des cytokines pro-inflammatoires, et des protéines qui affectent les fonctions des cellules et des tissus dans tout l'organisme (13) (99). Le tissu adipeux blanc est également constitué des cellules stroma-vasculaires qui comprennent les pré-adipocytes et des cellules immunitaires telles que les macrophages. C'est donc un organe d'une remarquable plasticité (159) (99). Tout au long de la vie, il reste capable de s'étendre en fonction des besoins énergétiques, de la situation hormonale et des conditions environnementales (145).

Le développement de l'obésité durant l'âge adulte se caractérise par une augmentation de la taille des adipocytes par accumulation de triglycérides, c'est l'obésité hypertrophique. Elle est souvent associée aux désordres métaboliques comme l'intolérance au glucose et l'hyperlipidémie (25). Lorsque la taille des adipocytes a atteint un niveau maximal (taille

critique), de nouveaux adipocytes sont recrutés ce qui a pour conséquence une augmentation du nombre d'adipocytes : c'est l'obésité hyperplasique (13) (88) (25) (145).

De par les fonctions endocriniennes du tissu adipeux blanc, les trois types cellulaires (adipocytes, pré-adipocytes et macrophages) peuvent subir des changements à l'origine d'un processus inflammatoire et un dysfonctionnement métabolique (insulinorésistance, augmentation de la lipolyse) et endothélial. Les adipokines jouant un rôle dans l'homéostasie pondérale et la sensibilité à l'insuline sont la leptine et l'adiponectine. La leptine est connue comme une cytokine pro-inflammatoire alors que l'adiponectine a des propriétés anti-inflammatoires et insulino-sensibilisatrices (99). La visfatine et la résistine quant à elles pourraient contribuer à la résistance à l'insuline (40) tandis que l'omentine, au contraire, pourrait faciliter son action. Ces trois molécules sont sécrétées par le tissu viscéral, de même que l'interleukine 6 (IL-6), le tumor necrosis factor- α (TNF- α) et le plasminogène activateur inhibiteur-1 (PAI-1), qui participent à l'inflammation chronique (145) (99).

3. Les mécanismes de contrôle de la prise alimentaire

Le déclenchement de la prise alimentaire dépend de facteurs externes, comme les stimuli sensoriels (olfactif et visuel) et de facteurs internes comme des signaux nerveux, hormonaux et métaboliques (5). Des études sur des rats ont montré que les variations concomitantes de la ghréline et de la glycémie constituent les principaux facteurs dans l'initiation de la prise alimentaire (105).

a) L'impact de la glycémie

Avant chaque début de repas, la glycémie baisse de près de 10%. Cette diminution est perçue par des neurones gluco-sensibles et gluco-répondeurs se trouvant dans le système nerveux central. Ces neurones sont présents dans le noyau ventro-médian, l'hypothalamus latéral et dans le tronc cérébral, dont les deux premières aires ont été identifiées respectivement comme centre de la satiété et de la faim. Une fois ces neurones activés, ils libèrent différents peptides comme l'orexine. Elle stimule la prise alimentaire et reste très liée à la glycémie. Ainsi, une hypoglycémie active les neurones à orexine (5) (14).

b) La ghréline

Elle est sécrétée par la paroi stomacale. Elle circule dans le sang sous forme active ou inactive. Elle agit via un récepteur particulier (GHSR) qui, quand il est stimulé, permet la sécrétion de l'hormone de croissance. Ses récepteurs sont nombreux au sein de l'organisme et ils sont présents notamment dans le noyau arqué de l'hypothalamus. Sa concentration plasmatique diminue avec l'obésité chez l'humain et le chien. Par ailleurs, la ghréline active les neurones à orexine via le système NPY hypothalamique (14) (143).

c) Les autres facteurs

Parmi les autres facteurs impliqués dans le contrôle de la prise alimentaire, Le neuropeptide Y (NPY) pourrait jouer un rôle car il a été démontré que sa libération dans le noyau paraventriculaire hypothalamique est associée à la consommation d'aliment. Chez le rat, son injection augmente la demande de nourriture. Les contractions gastriques agissent de la même manière que tous les facteurs présentés précédemment (5) (14).

4. Les mécanismes de contrôle de la satiété

a) Les mécanismes biologiques impliqués dans l'homéostasie énergétique

Les mécanismes biologiques du système de régulation sont (145) :

- Un ou plusieurs signaux renseignant sur les réserves énergétiques (glycémie)
- Un centre de traitement de cette information (système nerveux central)
- Un opérateur central permettant de changer la prise ou la dépense énergétique (cerveau)
- Un ou plusieurs signaux de retour vers le centre opérateur signalant le nouvel état des réserves (hormones, neurotransmetteur)

La dérégulation de l'un ou plusieurs des composants du système peut être à l'origine d'une hyperphagie ou d'un déficit métabolique et conduire à l'obésité et aux maladies métaboliques

associées mais aussi à des troubles opposés comme l'anorexie. Pour maintenir la balance énergétique, l'organisme doit en permanence recueillir et interpréter des signaux hormonaux, métaboliques et nerveux émis par les tissus périphériques impliqués dans l'utilisation et le stockage de l'énergie (foie, muscle, tissu adipeux). L'intégration de ces signaux par le cerveau se traduit par la mise en place d'une réponse adaptée au niveau comportemental (manger ou jeûner) et métabolique (libération de lipides ou stockage d'énergie par le tissu adipeux) (145).

Le centre de traitement des informations est le système nerveux central qui se compose de circuits neuronaux qui communiquent à plusieurs niveaux pour assurer un dialogue avec les tissus périphériques et la mise en route d'un comportement adapté. C'est l'hypothalamus qui est particulièrement impliqué dans la réception de ces informations nerveuses. Le noyau arqué (ARC), joue un rôle fondamental dans la signalisation et l'intégration des messages circulants de satiété et de faim qui ne peuvent franchir la barrière hémato-encéphalique. Les messagers sont en outre la leptine, l'insuline, la ghréline ou le peptide YY (PYY) (113). L'ARC contient deux populations neuronales clés dans la régulation du comportement alimentaire :

- Les neurones à neuropeptide Y (NPY) et Agouti-Related Protein (AgRP), deux puissants stimulants de la prise alimentaire
- Les neurones à pro-opiomélanocortine (POMC), qui sécrètent l' α -MSH et le Cocain and amphetamin-related transcript (CART) qui sont des agents anorexigènes (145) (113).

L'intégration de ces signaux antagonistes aboutit à l'élaboration d'une réponse complexe ayant pour but le contrôle de la balance énergétique. Les neurones anorexigènes (POMC/CART) réduisent l'apport alimentaire et augmentent la dépense énergétique en activant directement la famille des récepteurs à la mélanocortine. Les neurones orexigènes (NPY/AgRP), quant à eux, ont une action opposée en exerçant un tonus inhibiteur directement sur les neurones POMC/CART et au niveau du noyau paraventriculaire (PVN). Tout ceci constitue le système anorexigène. C'est l'élimination d'une ou plusieurs voies de ce système via des manipulations pharmacologiques ou génétiques qui aboutit chez l'animal et chez l'Homme, au développement d'une obésité massive (113).

L'axe intestin/cerveau est un composant essentiel de la régulation à court terme de la prise alimentaire. L'arrivée des aliments dans l'estomac entraîne une distension gastrique : les mécanorécepteurs de la paroi sont stimulés et transmettent, par voie vagale, les informations

au système nerveux central, et plus précisément au noyau du tractus solitaire (NTS) (145) (113). L'intestin joue également un rôle important dans la régulation de la prise alimentaire dans la mesure où l'arrivée des aliments dans le tube digestif entraîne la sécrétion de peptides tels que le Glucagon Like Peptid 1 (GLP-1), la Cholécystokinine (CCK) et le peptide PYY qui envoient au cerveau un message de satiété (113). L'intestin est, quant à lui, un acteur majeur dans l'absorption et le métabolisme des lipides (145). La figure 8 résume tous ces mécanismes.

Le noyau du tractus solitaire (NTS) est le premier relais central des informations nerveuses provenant du tractus digestif (« relais viscéro-sensitif »), tandis que le noyau arqué intègre principalement les informations circulantes, hormones et nutriments (« relais métabolique »). Le NTS et le noyau arqué sont en étroite communication grâce à un réseau neuronal très développé. D'autres hormones interviennent également à long terme dans la régulation de la prise alimentaire en envoyant des signaux au cerveau :

- L'insuline produite par le pancréas (effet anorexigène)
- La leptine produite par le tissu adipeux (effet anorexigène)
- La ghréline produite par l'estomac (seule hormone circulante à potentialité orexigène). Il existe un pic avant chacun des principaux repas (145).

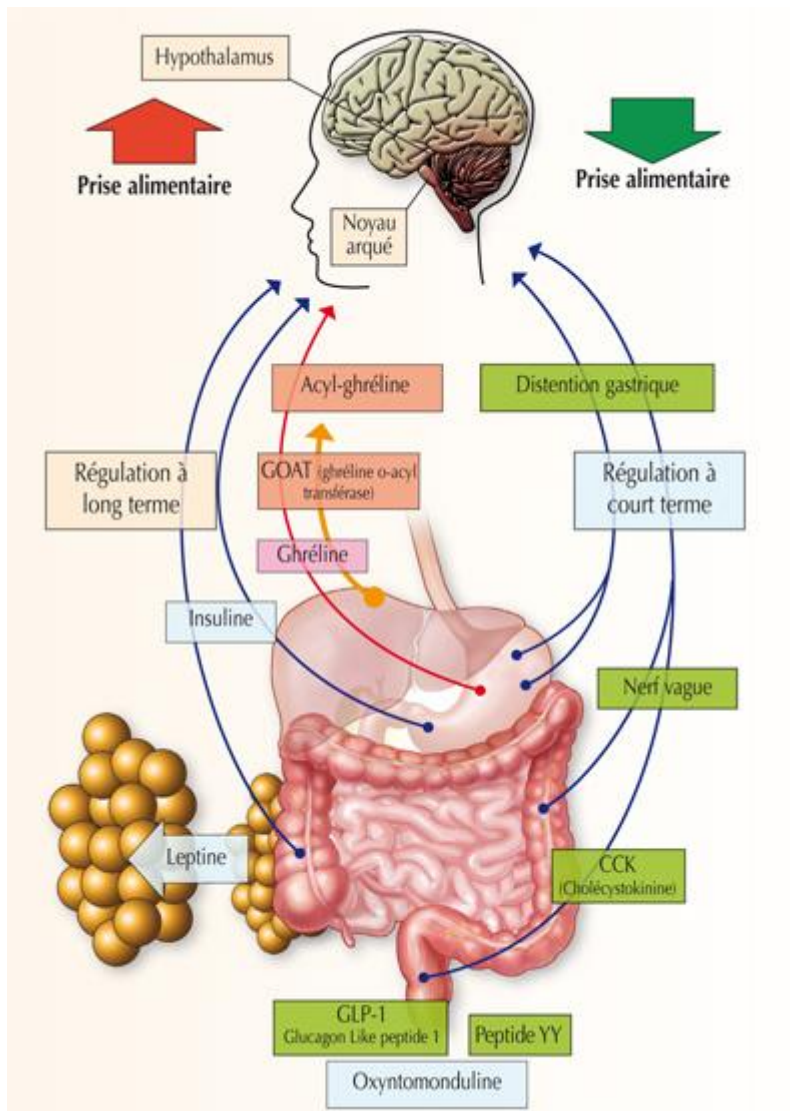


Figure 8 : Illustration des différents organes intervenant dans la régulation de la prise alimentaire (113)

b) Les facteurs impliqués dans le processus de satiété

Le comportement alimentaire résulte de l'intégration complexe par le système nerveux central de signaux provenant des neurones centraux et périphériques, de signaux hormonaux et neurochimiques qui informent sur l'état nutritionnel de l'organisme. La sensation de faim est déclenchée par des stimuli tels que la baisse de la glycémie. L'individu va alors se lancer en quête de nourriture. Après une certaine quantité d'aliment ingéré, cette sensation de faim disparaît, ce qui aboutit à l'arrêt de la prise alimentaire : c'est le processus de satiété. Il est suivi d'une période de durée variable caractérisée par l'absence de faim, appelée satiété (13) (88).

Le contrôle de la prise alimentaire et la détermination de la satiété dépend de plusieurs mécanismes complexes prenant en compte la composition en macronutriments, la taille ou la densité calorique des repas mais aussi de leurs propriétés organoleptiques (aspect, goût, odeur ou encore texture). En effet, un déficit aigu d'apport énergétique est rapidement compensé lors du repas suivant. A l'inverse, une prise excessive d'aliment s'accompagne généralement d'une diminution du repas d'après. De plus, les protéines sont les macronutriments qui retardent le plus la prise alimentaire suivante. Les glucides peuvent aussi prolonger la période de satiété et diminuer la quantité d'aliments ingérés lors du repas suivant. Les lipides sont les macronutriments les moins satiétogènes (13) (88).

c) L'implication de la leptine dans la régulation du bilan énergétique

Il existe un gène de l'obésité (gène Ob) exprimé au niveau du tissu adipeux blanc, qui intervient dans la régulation du poids. Il produit la leptine, qui est un facteur circulant intervenant dans le contrôle de la prise alimentaire et de la dépense énergétique (13) (88). C'est une hormone protéique principalement produite par les adipocytes blancs en réponse à une augmentation des réserves de matières grasses et informe le cerveau pour permettre l'arrêt de la prise alimentaire et l'augmentation de la dépense énergétique. Elle intervient donc dans le processus d'absorption intestinale et de signalisation de la satiété, de la lipolyse, de l'angiogenèse, de la reproduction et des réponses inflammatoires (13).

La leptine a plusieurs actions sur l'organisme. Au niveau du noyau arqué de l'hypothalamus, centre de satiété et de la faim, la leptine agit par un mécanisme de rétrocontrôle, puisqu'elle est inhibitrice de l'expression de la sécrétion du neuropeptide Y (NPY) (14). Ce dernier stimule la prise alimentaire, diminue la thermogenèse, augmente l'insulinémie, et augmente la cortisolémie (133). De plus, son action s'étend également aux neurones contenant des peptides satiétogènes comme les mélanocortines dont le précurseur est le POMC. Par conséquent, la leptine provoque une réduction de la prise alimentaire, ainsi qu'une augmentation de la thermogenèse et du métabolisme basal (88). En périphérie, la leptine intervient dans la gestion de la masse graisseuse et au niveau intestinal en inhibant l'absorption et le transport sanguin des triglycérides (13).

Chez l'homme, l'obésité s'accompagne le plus souvent d'une résistance à la fois à la leptine et à l'insuline. Cette leptino-résistance provoque une hyper-leptinémie. Elle résulterait d'un défaut de transport de cette molécule par ses récepteurs à travers la barrière hématoencéphalique, ce qui engendre une absence de régulation de la prise alimentaire et de la dépense énergétique par les centres nerveux qui ne sont pas informés du taux circulant de leptine (209) (28). Chez les sujets obèses, le taux élevé de leptine plasmatique n'induit donc pas la réponse attendue, à savoir une diminution de la prise alimentaire et une augmentation de la dépense énergétique. Une autre cause de leptino-résistance est la synthèse de récepteurs non fonctionnels et d'anomalie de transcription des gènes codant pour ces récepteurs (13).

Etant un reflet de l'adiposité de l'individu, la leptine régule la prise alimentaire à long terme mais également à court terme en modulant l'action de certains peptides provenant du tractus digestif comme les cholécystokinines (CCK) (14). Elle amplifie leur activité sur le noyau du tractus solitaire augmentant ainsi l'effet de satiété. Les interactions entre les CCK, la leptine et l'insuline suggèrent que la leptine et l'insuline ont également une action sur le tronc cérébral (5) (105).

d) Le rôle des peptides digestifs et métaboliques

Il existe deux types de peptides régulant l'arrêt de la prise alimentaire : les peptides digestifs produits par le tube digestif et assurant une interaction avec le système nerveux et les peptides métaboliques.

Le tableau suivant résume le rôle de chacun des peptides digestifs impliqués dans l'arrêt de la prise alimentaire :

Tableau 8 : Les différents peptides et leur rôle dans l'arrêt de la prise alimentaire (5) (14)

PYY = peptide YY, NPY = Neuropeptide Y, POMC = Pro-OpioMélanocortine, NTS = Noyau du Tractus Solitaire, NPV = Noyau Paraventriculaire

Peptide	Production	Lieu action	Mode d'action	Effet
Polypeptide pancréatique PYY	Iléon début repas	Noyau arqué	Inhibe NPY Active POMC	Arrêt de la prise alimentaire
Entérostatine	Estomac	NTS NPV	Active le NTS Active le NPV	Inhibe la consommation de graisse Diminue la durée et taille du repas
Neurotensine	↗ du duodénum à iléon, stimulé par ingestion lipide	hypothalamus	/	Anorexigène central
Apolipoprotéine A	Intestin grêle, induite par formation de chylomicrons	/	/	Inhibe prise alimentaire dans les 15 à 30 min post repas
Peptides glucagon like 1 et 2	Cellules L muqueuse intestinale	NTS	/	Sensation de satiété ou de nausées

Les facteurs métaboliques tels que la glycémie postprandiale et la sécrétion d'insuline participent également à l'arrêt de la prise alimentaire. La glycémie agit par l'intermédiaire de neurones gluco-sensibles présents dans le tronc cérébral. L'insuline agit par l'intermédiaire de récepteurs au niveau du noyau arqué de l'hypothalamus et en particulier les neurones à NPY. La fixation de l'insuline sur ces récepteurs inhibe le NPY et donc un signal orexigène (5) (14). Enfin, la sérotonine agit en inhibant le NPY dans le noyau paraventriculaire et en stimulant les neurones à POMC dans le noyau arqué, ce qui engendre une anorexie (5) (45).

e) Notion de plaisir alimentaire dans le contrôle de la satiété

Dans le cas où l'individu continue à consommer de la nourriture au-delà de la satiété, cela fait appel à des notions de plaisir ou de palatabilité. Ce type de comportement est assez difficile à étudier chez l'animal. Néanmoins, les chercheurs ont pu mettre en évidence deux types de peptides chez l'homme qui retarderaient l'apparition de la satiété induisant une surconsommation. Il s'agit d'opiacés : la β -endorphine et les endocannabinoïdes (5) (14).

Les β -endorphines augmentent la durée de la prise d'une nourriture palatable, et serait à l'origine des pulsions alimentaires chez l'Homme. Les endocannabinoïdes stimulent la prise alimentaire, augmentent le temps d'ingestion et augmentent pour certains (anandamide) l'ingestion de solutions sucrées, ce qui fait le lien avec la notion de palatabilité (5) (14).

Dans la relation entre prise alimentaire et plaisir, nous pouvons également citer la dopamine. Ce neurotransmetteur est anorexigène au niveau hypothalamique et stimule l'appétit au niveau du noyau accumbens. Cette stimulation est en lien avec le sentiment de plaisir que procure la prise alimentaire (5) (45).

f) L'insuline

L'insuline sécrétée par les cellules β du pancréas voit son taux augmenter lors d'hyperglycémie, notamment après un repas, ou dans le cas d'une augmentation de la masse graisseuse observée lorsque l'individu est obèse (5) (48). L'insuline agit au niveau du noyau arqué en inhibant le peptide NPY, ce qui permet un arrêt de la prise alimentaire à court terme et un espacement des repas sur le long terme. L'insuline augmente également l'effet satiété des CCK comme de la leptine (5) (105).

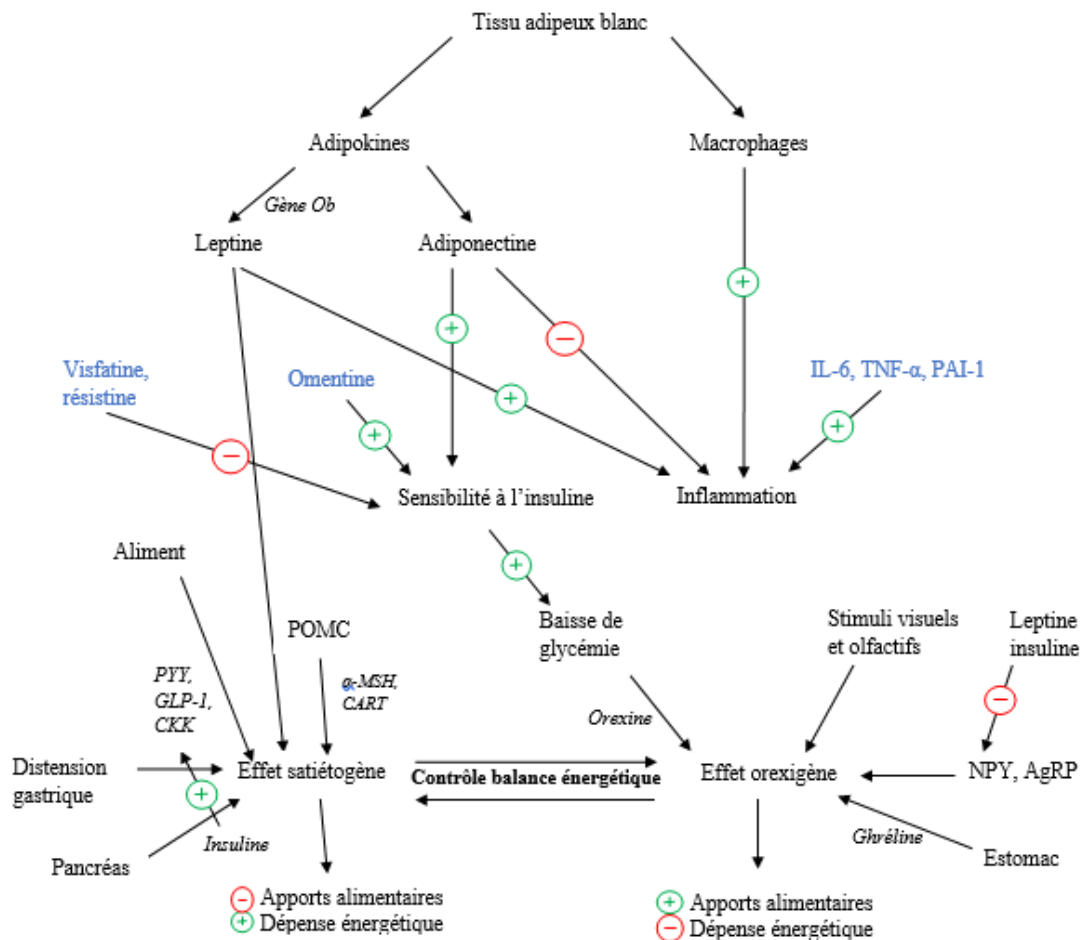


Figure 9 : Schéma bilan : le rôle du tissu adipeux dans la régulation de la balance énergétique (source personnelle). En bleu : les molécules produites par l'intestin.

C. Les conséquences du surpoids et de l'obésité

1. En médecine humaine

a)

Le tissu adipeux sécrète des cytokines inflammatoires (TNF α et IL6) qui sont présentes en grand nombre lors de la prise de poids. La concentration plasmatique en TNF α serait directement liée à l'adiposité et l'insulino-résistance, en influant certains gènes dans le tissu adipeux et le foie. La concentration sanguine en IL6 est directement corrélée à l'obésité, l'intolérance au glucose et l'insulino-résistance (31) (99). On observe donc la mise en place d'un état inflammatoire chronique, aggravé par l'apparition d'un stress oxydatif cellulaire, ce qui provoque une augmentation d'acides gras libres dans le tissu adipeux. Ce dernier

favoriserait chez l'Homme une hyper-insulinémie, une insulino-résistance, une hyperglycémie, une hypertriglycéridémie et une stéatose hépatique (65).

b) Complications cardiovasculaires et respiratoires

L'obésité est un facteur de risque cardiovasculaire pour les deux sexes et indépendamment des autres facteurs de risque classiques (diabète, hypertension artérielle, hypercholestérolémie, tabac et antécédents familiaux). Une augmentation de l'IMC de 5 kg/m² augmente la mortalité cardiovasculaire de 40% (43).

Le développement de coronaropathie est d'autant plus important que les facteurs de risque cardiovasculaires sont nombreux, mais également en cas d'obésité abdominale (151). Ce danger est multiplié par deux par rapport à des sujets non obèses et s'accroît avec l'IMC (38).

L'obésité sévère seule multiplie par deux le risque d'insuffisance cardiaque, mais est favorisée le plus souvent par l'hypertension artérielle, l'atteinte coronarienne et/ou l'hypertension artérielle pulmonaire reliée au syndrome d'apnée du sommeil (SAS). En effet, elle s'accompagne de modifications hémodynamiques telles que l'augmentation du débit cardiaque et une expansion du secteur extravasculaire, ce qui engendre une hypertrophie excentrique. Dans un second temps, une dilatation et une diminution de la compliance du ventricule gauche entraîne un mauvais remplissage diastolique (43) (38). Par ailleurs, les anomalies respiratoires et la pathologie thrombo-embolique peuvent contribuer à la constitution d'une insuffisance cardiaque droite.

L'hypertension artérielle est une autre complication cardiovasculaire généralement associée à l'obésité et la prise de poids. Plusieurs hypothèses physiopathologiques pourraient expliquer le lien entre obésité et hypertension artérielle : activation du système sympathique et du système rénine-angiotensine, insulino-résistance, action des adipokines sur le système vasculaire (leptine, adiponectine, angiotensinogène) (43) (38).

L'hyperpression veineuse est fréquente et favorise la stase et l'altération capillaire. Elle provoque de l'œdème, aggravé parfois par des troubles lymphatiques. L'obésité engendre également un risque accru de thromboses veineuses profondes, ce qui est préoccupant car

l'obésité constitue un obstacle au diagnostic. Le risque est favorisé par l'alitement prolongé, les périodes chirurgicales justifiant un traitement anticoagulant préventif. Une surveillance est donc de mise dans ces circonstances. La maladie thromboembolique veineuse aggrave la situation cardio-respiratoire (18).

Les complications respiratoires jouent un rôle majeur dans la morbidité et la surmortalité liées à l'obésité mais sont souvent sous estimées. Ces complications respiratoires sont le syndrome restrictif, le syndrome d'apnée du sommeil (SAS), le syndrome d'hypoventilation alvéolaire, l'hypertension artérielle pulmonaire ainsi que l'asthme. L'augmentation du tissu adipeux altère la fonction respiratoire : réduction du volume expiratoire forcé, de la capacité vitale, de la capacité totale, du volume résiduel fonctionnel et de la réserve expiratoire. La diminution de compliance de la paroi thoracique et l'augmentation de pression sous-diaphragmatique en cas d'obésité abdominale sont à l'origine de la restriction pulmonaire (43) (38).

70% des patients qui présentent un SAS ont un IMC supérieur à 30 kg/m². En effet, l'obésité est un facteur de risque reconnu de SAS. Sa prévalence chez les patients obèses est d'autant plus importante que l'obésité est massive, et pourrait atteindre 40% (18). La présence d'un important tissu adipeux cervical, qui exerce une contrainte sur les voies aériennes supérieures, est à mettre en lien avec l'augmentation de la survenue d'un SAS. Il peut être responsable d'hypertension artérielle systémique, d'hypertension artérielle pulmonaire, et de troubles du rythme cardiaque avec risque de mort subite. Il expose aussi aux accidents de la voie publique par baisse de la vigilance (43) (38).

c) Complications ostéoarticulaires

Les complications ostéoarticulaires conditionnent la mobilité et la qualité de vie des personnes obèses et peuvent être source de handicap fonctionnel et de dépendance. En limitant la mobilité, elles peuvent aggraver la prise de poids et favoriser la survenue d'autres complications liées à la sédentarité. Elles sont d'autant plus fréquentes que le sujet obèse avance en âge (43) (18).

La complication la plus fréquente est la gonarthrose fémoro-tibiale mais les articulations coxo-fémorale, fémoro-patellaire et les mains sont aussi souvent touchées (38). Au-dessus

d'un IMC de 27 kg/m², chaque unité d'IMC en trop augmente le risque de développer une gonarthrose de 15% (20). L'effet de l'obésité est plus important chez la femme que chez l'homme (43) (20).

Le stress mécanique dû au surpoids joue un rôle dans l'apparition de l'arthrose des articulations portantes, mais ce n'est pas la seule explication physiopathologique. En effet, les personnes obèses souffrent plus d'arthrose digitale, en lien avec un syndrome métabolique (38) :

- Les adipokines pourraient jouer un rôle pro-inflammatoire sur les différentes cellules de l'articulation.
- Un taux plasmatique élevé de leptine est associé à une épaisseur de cartilage plus basse au genou et à une perte plus importante de volume cartilagineux au cours du temps, indépendamment du poids.
- Les acides gras libres saturés, le diabète de type 2 ou la dyslipidémie interviennent également dans le développement de l'arthrose (43) (47).

En revanche, l'obésité aurait pour conséquence de protéger les patients de l'ostéoporose. Les fortes contraintes mécaniques sur l'os favorisent l'anabolisme osseux. De plus, les androgènes surrénaliens sont convertis en œstrogènes dans le tissu adipeux, ce qui assure une relative hyper-œstrogénie protectrice (43) (38). Enfin, des troubles variés de la statique vertébrale sont à l'origine de dorsalgies, de lombalgies et de sciatiques (18).

d) Complications métaboliques et digestives

La principale complication métabolique rencontrée en cas d'obésité est le diabète de type II. 75% des patients atteints sont obèses. Pour une valeur d'IMC supérieure ou égale à 30, le risque de diabète de type II est multiplié par 10 chez la femme et 8 chez l'homme. D'autres facteurs de risque sont à prendre en compte : le gain de poids à l'âge adulte, l'adiposité abdominale, la durée de l'obésité, l'âge et les antécédents familiaux de diabète de type II. D'autres complications fréquentes sont les anomalies lipidiques telles que l'augmentation des triglycérides et la diminution du cholestérol-HDL (175) (18).

Les trois principales complications digestives de l'obésité chez l'Homme sont le reflux gastro-œsophagien, la lithiase biliaire et la stéatose hépatique. Le reflux gastro-œsophagien est causé par certains facteurs alimentaires, ainsi que l'hyperpression abdominale et constitue une complication courante de l'obésité. En effet, sa fréquence est deux fois plus élevée dans ce cas et elle s'accroît avec la surcharge pondérale (43) (175). D'après une méta-analyse, l'obésité augmente le risque de reflux de 1,94%, d'œsophagite de 1,76% et d'adénocarcinome œsophagien de 2,78% (43) (38).

La lithiase biliaire est définie par la formation de calculs cholestéroliques par saturation de la bile en cholestérol dans les voies biliaires. Elle est favorisée par l'obésité, notamment chez les femmes pour qui son incidence est multipliée par 6 pour un IMC supérieur à 32 kg/m² (100). En cas d'amaigrissement important et rapide, après chirurgie bariatrique par exemple, le risque de formation de calculs est également favorisé (43) (175).

L'obésité est également un facteur de risque en ce qui concerne les maladies du foie. En effet, un foie gras est retrouvé chez 76% des sujets obèses (qui ne consomment pas d'alcool en grande quantité) contre 10-15% chez les sujets de poids normal (118). La stéatose hépatique se définit par une accumulation de triglycérides dans les hépatocytes ainsi qu'une infiltration inflammatoire et une évolution fibrosante, indépendante de la consommation d'alcool. Cette pathologie peut évoluer vers la stéato-hépatite non alcoolique, la cirrhose, et de façon plus rare vers le carcinome hépatocellulaire (175). Il est estimé que deux tiers des sujets ayant un IMC supérieur à 30 kg/m² et 90% des sujets ayant un IMC supérieur à 40 kg/m² présentent une stéatose. De même, la prévalence de la stéato-hépatite non alcoolique serait de 15 à 20% et celle de la cirrhose de 1 à 2% dans la population obèse (43) (38).

e) Autres complications

En cas d'obésité, le risque d'atteinte rénale chronique, comme la protéinurie et l'insuffisance rénale, augmente. Indépendamment de l'insulinorésistance et de l'hypertension, l'obésité pourrait avoir des effets propres sur le rein, principalement des changements structuraux : hypertrophie glomérulaire, expansion de la matrice mésangiale, épaissement de la membrane basale glomérulaire et tubulaire, glomérulo-sclérose focale et segmentaire. Plusieurs mécanismes peuvent être à l'origine de ces modifications structurales (38) :

- Augmentation de la charge filtrée par hyper-perfusion rénale
- Anomalies de l'excrétion sodée et rétention sodée par activation des systèmes rénine-angiotensine et sympathique
- Effet direct ou indirect de la résistance à l'insuline et de l'hyper-insulinémie,
- Lipotoxicité rénale
- Effets des adipokines en particulier la leptine associée à une hypertrophie glomérulaire, et les variations d'adiponectine et d'IL-6 associées à l'athérosclérose rénale.

Les facteurs aggravants sont le diabète et le syndrome métabolique, l'hypoxie chronique, l'hypertension artérielle et le SAS (38). La perte de poids est accompagnée d'une amélioration de l'atteinte rénale, surtout dans le cas de la protéinurie (43).

L'obésité favorise les troubles de la statique pelvienne, tels que l'incontinence urinaire ainsi que les prolapsus génitaux. Pour toute prise de cinq unités d'IMC, le risque d'apparition d'incontinence urinaire quotidienne augmente de 20 à 70%. Elle aggrave également le risque d'incontinence urinaire d'effort (IUE), qui se définit "par l'existence de fuites involontaires d'urine lors d'un effort physique, de la toux et d'éternuements" (43) (38). Selon les études, la prévalence de l'IUE chez les personnes obèses varie entre 66 et 71,6% (186). Les auteurs s'accordent à dire que la part d'effort de l'incontinence est liée à une augmentation du diamètre sagittal abdominal entraînant une pression intra-abdominale plus importante, et une diminution du gradient de pression uréthro-vésical. Celle-ci se répercute sur la vessie par une altération des fibres musculaires du périnée et par un accroissement de la pression de base, entraînant une réduction des forces nécessaires à la miction. Concernant la part d'urgenterie, il a été montré qu'outre l'altération des fibres nerveuses du périnée liées à la pression intraabdominale et aux neuropathies fréquentes de l'obésité, les femmes ayant un IMC élevé présentent une mutation du récepteur β 3-adrénergique. Cette mutation affecte à la fois la sensibilité à l'insuline et la relaxation du muscle vésical (186).

L'obésité est associée à des complications maternelles, obstétricales et fœtales (38). En effet, l'augmentation de l'IMC est une cause d'infertilité (dysovulation) par insuffisance lutéale, voire même d'aménorrhées. Notons que chez l'homme, la production d'œstrogènes par le tissu adipeux excédentaire peut provoquer une hypofertilité. De plus, les complications

obstétricales associées à l'obésité sont multiples : hypertension artérielle gravidique, pré-éclampsie, diabète gestationnel, risque de fausse couche, accouchements prématurés ou terme tardif, césariennes plus fréquentes (175). Le risque de mortalité néonatale est également augmenté en cas d'obésité, ainsi que celui de malformations congénitales (spina bifida, anomalie du tube neural, anomalies cardiovasculaires, oro-faciales, hydrocéphalie ou hernie diaphragmatique) (43) (53) (136).

Les problèmes dermatologiques sont également fréquents. Parmi eux se trouvent les mycoses, favorisées par la présence de replis graisseux et d'un tablier abdominal ainsi que la difficulté des patients à réaliser leur toilette. De plus, chez les personnes présentant une obésité massive, le lymphœdème est une complication fréquente. Il est défini comme étant une "incapacité du réseau lymphatique à assurer le drainage distal, résultant en une accumulation de lymphe aux zones les plus déclives". Le lymphœdème va évoluer en devenant dur et infiltré, provoquant des troubles du renouvellement cutané tels que l'hyperkératose ou la papillomatose (43) (38).

La douleur est également souvent retrouvée chez les patients souffrant d'obésité. Elle concerne surtout les genoux, le dos et les hanches, et est plutôt d'ordre mécanique (38). De plus, les conséquences psychologiques et sociales sont également à considérer. En effet, la « peur du gras », obsession pondérale épidémique, qui concerne également les hommes, devient un phénomène de société (18). La discrimination, la stigmatisation, la culpabilisation dont sont victimes les personnes obèses peuvent avoir des conséquences psychologiques et sociales considérables (43) (38).

Chez l'adulte obèse, l'incidence de la mortalité par cancer est supérieure aux individus sains. Pour une augmentation de l'IMC de 5 kg/m² chez l'Homme, l'incidence est augmentée de manière significative pour les cancers présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Les différents cancers chez l'homme et la femme pour lesquels l'incidence de la mortalité augmente de manière significative pour une augmentation de l'IMC de 5 kg/m² (38)

Homme	Femme
Adénocarcinomes œsophagiens	
Cancers thyroïdiens	
Cancers du colon	
Cancers du rein	
Mélanomes	Cancer de l'endomètre
Myélomes	Cancer de la vésicule biliaire
Cancer rectal	Cancers du sein post-ménopausiques
Leucémies	
Lymphomes non hodgkiniens	
	Cancer du pancréas

Cette augmentation de l'incidence de ces cancers est associée à une mortalité accrue. Ceci pourrait être expliqué par une anomalie de l'immunité, elle-même provoquée par l'inflammation de bas grade liée à l'obésité, mais également par l'hyper-oestrogénie (chez la femme), par l'hyper-insulinémie (cancers coliques) ou encore par un dépistage plus difficile et donc plus tardif des cancers chez les personnes obèses (43) (38) (175).

Enfin, une complication peu fréquente et potentiellement grave est l'hyperpression intracrânienne "idiopathique ou bénigne". Il s'agit d'une élévation de la pression intracrânienne sans cause tumorale ou vasculaire, qui peut conduire à des séquelles visuelles, voire à une cécité dans 10% des cas. Elle concerne surtout la femme adulte jeune, et suit très souvent une prise de poids rapide (importante ou non). Le sujet présente une obésité dans 75 à 94% des cas (43) (38). Les mécanismes physiopathologiques ne sont pas bien connus et impliqueraient une augmentation de la pression intra-abdominale et de la pression veineuse intracérébrale, des troubles de réabsorption du liquide céphalorachidien, ou encore un rôle des estrogènes (38).

2. En médecine vétérinaire canine

a) Complications cardiovasculaires et respiratoires

L'obésité ou le surpoids chez le chien provoque une accumulation de graisse péricardique et entraîne une accentuation du travail du cœur, conduisant à une atteinte cardiaque et respiratoire. En effet elle favorise l'insuffisance cardiaque congestive (pouvant avoir des répercussions pulmonaire, hépatique et rénale), l'hypertension artérielle associée à une augmentation de la fréquence et du débit cardiaque (168), la thrombose de la veine cave caudale, l'hypoxie du myocarde et l'endocardiose valvulaire (29). Concernant l'apparition d'insuffisance cardiaque congestive, trois hypothèses sont évoquées :

- Une augmentation de la précharge ventriculaire à cause de l'augmentation du volume plasmatique.
- Une augmentation de la postcharge du ventricule gauche à cause de l'hypertension artérielle.
- Un dysfonctionnement systolique et diastolique. La sécrétion d'adipokines conduirait à une hypertrophie concentrique du myocarde avec une fibrose interstitielle (31) (157).

Une hypertension se met également en place, engendrée par l'augmentation du volume intravasculaire (liée à une mauvaise activité rénale). De plus, des résistances périphériques sont provoquées par des dysfonctionnements endothéliaux liée à l'insulinorésistance, l'hyperleptinémie et la synthèse d'adipokines. Elle peut également être associée à un diabète sucré, une hypothyroïdie, ou une maladie hépatique, ces affections étant elles-mêmes des conséquences de l'obésité. Le premier signe visible d'atteinte cardiovasculaire est une fatigabilité à l'effort. Celle-ci est aggravée par la réduction de l'exercice physique à cause de la surcharge pondérale (31) (181).

Certaines affections respiratoires ont une prévalence plus élevée chez les chiens obèses tel que le collapsus trachéal (112). De plus, les signes cliniques de maladies respiratoires semblent exacerbés lors de surpoids, notamment lors de syndrome brachycéphale ou bien de paralysie laryngée. On observe également une limitation de l'amplitude respiratoire durant la phase expiratoire lors d'un effort, l'augmentation de la fréquence respiratoire et du volume tidal au repos (15), ainsi qu'une broncho-réactivité plus importante (115). Par ailleurs, l'obésité a un impact sur la capacité d'oxygénation lors de sédation et d'anesthésies. En effet, elle augmente

la formation d'atélectasie par compression, notamment dans la région pulmonaire proche du diaphragme, ainsi que la fraction pulmonaire inefficace (142). Ce phénomène est néanmoins réversible avec une perte de poids. L'obésité a donc pour conséquence des difficultés respiratoires avec une faible endurance physique et une moindre résistance à la chaleur pouvant être expliqués par une gêne mécanique due aux masses graisseuses, mais aussi à l'état inflammatoire généralisé qui peut provoquer une inflammation et une fibrose pulmonaire (31) (15) (179).

b) Complications ostéoarticulaires

A l'état d'inflammation chronique secondaire à l'obésité (via la leptine et l'adiponectine) s'ajoute l'effet mécanique du surpoids sur les articulations avec une surcharge des cartilages et une rupture des structures de stabilisation. De plus, les affections cardiovasculaires (ischémie, artériosclérose) et métaboliques (diabète de type II) pourraient avoir un rôle délétère sur le cartilage articulaire (122). Chez le chien adulte, le surpoids a pour conséquence une aggravation des signes cliniques d'arthrose (avec un cercle vicieux douleur-immobilisation-aggravation), des rhumatismes, une dysplasie des hanches, des hernies discales, une rupture du ligament croisé crânial (multiplication du risque par 4) (1) et des fractures du condyle médial de l'humérus (31) (114). Tout cela génère une réduction de l'activité physique qui accentue l'embonpoint et ses complications. Une prise alimentaire réduite de 25 % permettait une baisse de la prévalence, de la sévérité de l'arthrose et de son traitement (97), ainsi qu'une réduction de l'incidence de la dysplasie de la hanche (5).

c) Complications digestives et métaboliques

Au niveau digestif, lors de surpoids, on observe des modifications du métabolisme des graisses et des glucides ainsi qu'une infiltration graisseuse du foie, provoquant une augmentation du risque d'insuffisance hépatique. On observe alors des variations des paramètres hépatiques comme les phosphatases alcalines, les transaminases, les protéines totales, l'albumine, etc. On constate une amélioration de ces paramètres lors d'un amaigrissement (31) (158).

De plus, l'obésité pourrait provoquer une pancréatite aiguë. En effet, celle-ci est liée à l'activation de la trypsine de manière anormale dans le pancréas, provoquant son autodigestion et une inflammation sévère, ce qui peut conduire à une péritonite aseptique. Chez le chien le risque de pancréatite aiguë augmente avec l'adiposité même si une corrélation directe n'a pas été clairement démontrée. Le risque d'hémorragie pancréatique est également plus élevé chez les chiens obèses de plus de 5 ans, d'autant plus si elle est associée à un diabète sucré, une hypothyroïdie et à un hypercorticisme (31) (203).

Comme chez l'Homme, un chien obèse possède une concentration sanguine en leptine élevée à cause d'une grande quantité de masse grasse. On observe alors une hyper-leptinémie et une résistance à la leptine à cause d'un défaut de fonctionnement des récepteurs. L'action de la leptine est donc réduite, et elle ne joue plus son rôle inhibiteur sur le neuropeptide Y. De plus elle stimule la prolifération des cellules β du pancréas provoquant une augmentation de la sécrétion d'insuline. On observe alors une amplification de la prise alimentaire, une diminution des dépenses énergétiques, une hyper-insulinémie et une hyper-cortisolémie liée à une concentration forte en adipokines (leptine, TNF- α), mais pas d'hyperglycémie chez le chien, contrairement à l'Homme (31) (192). La perte de poids à ce stade permet une réversibilité de l'insulino-résistance, grâce à la diminution de la concentration en TNF- α (69), mais tout ceci peut conduire à terme à un diabète de type II voire de type I. Enfin, une dernière caractéristique du syndrome métabolique chez le chien obèse est l'hypo-adiponectinémie, qui explique également une sensibilité accrue du chien à l'insuline et aux phénomènes inflammatoires (191).

Un hyper-adénocorticisme peut également être observé chez les chiens obèses avec une hypercortisolémie dans 25% des cas. Le dysfonctionnement de l'axe corticosurrénalien est notamment lié à la diminution de l'action de la leptine sur le système nerveux central. De plus lors d'obésité on observe un déficit en Corticotropine Releasing Hormone (CRH) qui est anorexigène. La concentration en cortisol est quant à elle plus élevée, à cause de l'état inflammatoire généralisé (31) (99).

Une hypothyroïdie peut être constatée chez les chiens obèses dans 42 à 58% des cas. Elle est caractérisée dans 85% des cas par une diminution de T4 et une augmentation de la Thyroid Stimulating Hormone (TSH). Il s'agit d'une hypothyroïdie primaire chez 90% des chiens

atteints. En réalité, ce serait la restriction calorique qui provoquerait une diminution de conversion de la T4 en T3. Ainsi, on observe une réduction du métabolisme et des hormones thyroïdiennes, ce qui assure une protection de l'organisme face à cette restriction (31) (123).

L'obésité est également liée à une augmentation des paramètres métaboliques tels que le cholestérol et les triglycérides (augmentation du VLDL, du HDL et du LDL plasmatique et du VLDL et du HDL fractionnés dans les lipoprotéines). Les taux de cholestérol et triglycérides des chiens obèses atteignent presque le double de ceux des chiens sains. De plus, l'hypercholestérolémie est un facteur de risque de l'athérosclérose, bien qu'elle soit rare dans cette espèce. Enfin, l'hypertriglycéridémie peut provoquer des pancréatites (5) (89).

d) Autres complications

Le bas appareil urinaire ainsi que les reins peuvent être touchés par l'obésité. La principale conséquence observée est l'incontinence urinaire, d'autant plus chez la chienne stérilisée. Ceci s'explique par la présence de graisse en position rétropéritonéale qui exercerait une compression mécanique sur le bas appareil urinaire. De plus un chien obèse est prédisposé aux urolithiases notamment aux calculs d'oxalates de calcium, de par sa sédentarité et son alimentation (31) (112) (29). Par ailleurs, lorsque l'obésité est due à une alimentation riche en graisse, on observe des changements histologiques et fonctionnels des reins, à savoir (5) (81) :

- Une hyper filtration glomérulaire consécutive à une hypertension artérielle modérée,
- Une expansion de la capsule de Bowman avec une prolifération des cellules dans les glomérules,
- Un amincissement de la membrane basale des glomérules et des tubules
- Une augmentation de la proportion de la matrice mésenchymateuse dans les glomérules.
- Une inflammation et une sclérose glomérulaire par action sur les cellules mésangiales dues à la sécrétion de leptine puis de TGF β par le tissu adipeux.

L'obésité affecte également la fonction de reproduction. En effet, les hormones sexuelles jouent un rôle dans la balance énergétique et dans la mise en place du tissu adipeux. La leptine stimule normalement la sécrétion de Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH). Lors d'obésité, on observe une résistance à la leptine ce qui perturbe la fonction gonadotrope. Cela

provoque une diminution de la testostéronémie chez le mâle ainsi qu'une augmentation des œstrogènes chez les deux sexes, ce qui peut engendrer une infertilité (99). De plus, l'accumulation de gras dans la filière pelvienne pourraient conduire à un risque de dystocies plus grand. De plus, une moins bonne adaptation aux changements physiologiques liées à la gestation est constatée, notamment via la modification des stéroïdes sexuels par les cellules du tissu adipeux (31) (207).

Chez le chien, un surpoids ou une obésité semble être un facteur favorisant des processus néoplasiques. En effet, elle modifie la sécrétion de facteurs de croissance comme l'IGF1 qui stimule l'anabolisme, la prolifération et la différenciation cellulaire et inhibe l'apoptose. De plus, la leptine a une fonction mitogène et angiogène et la TNF α favoriserait l'apparition d'un phénotype malin (31) (99). Chez le chien, certaines études suspectent fortement un lien entre l'obésité et les tumeurs mammaires chez la chienne, notamment si elles sont atteintes de surcharge pondérale entre 9 et 12 mois d'âge (180). De plus, les chiennes obèses ou en surpoids présentent plus précocement et a un grade histologique plus élevé des carcinomes mammaires par rapport aux chiennes saines. En parallèle, il a été noté que l'expression de l'aromatase est associée à celle de PGE2, NF- κ B et de leptine, la PGE2 ayant un rôle probable dans le développement des carcinomes chez la chienne obèse (178). L'obésité aurait également une influence sur l'apparition du carcinome transitionnel de la vessie et des lipomes (5) (31).

Les dermopathies sont également potentialisées par l'obésité. Chez le chien, cette maladie provoque ou aggrave l'impaction des sacs annaux. Des lésions d'intertrigos au niveau des plis, notamment autour de la vulve sont fréquemment constatés (5) (200). Des anomalies de l'aspect de la peau (séborrhéique, fine, sèche), des anomalies des poils (secs, ternes, laineux, cassants), et des dépilations concernent 31% des chiens obèses (31) (200).

Le lien entre microbiote et obésité est très étudié ces dernières années. Chez le chien, les études ne montrent pas de différence significative entre le microbiote des animaux obèses et celui des chiens sains (77). Néanmoins, une perte de poids entraîne une modification du microbiote, dont les populations bactériennes rendraient un amaigrissement difficile. En effet, une production accrue d'acides gras à courte chaîne a été observée, et permettrait une meilleure valorisation de l'alimentation (5) (100).

Une étude menée entre 2010 et 2014 en France a mis en évidence des troubles comportementaux chez 27% des chiens obèses étudiés, avec majoritairement une diminution de l'intérêt pour les activités habituelles et une baisse de l'exploration. Au Royaume-Uni, une étude de 2016 caractérise ces troubles : coprophagie, vol de nourriture, protection de la nourriture, aboiements, grognements, peur de l'extérieur (31) (70).

3. En médecine vétérinaire équine

a) Complications cardiovasculaires et respiratoires

Dans le cas des chevaux, l'influence de l'obésité sur la fonction cardio-respiratoire n'a pas vraiment été étudiée. Il est toutefois décrit une intolérance à l'effort, qui peut s'expliquer par l'état d'embonpoint lui-même, ainsi que par une moindre efficacité de la thermorégulation, qui s'effectue en totalité par la sudation dans cette espèce (93). De plus, il est sans doute possible de transposer quelques effets de l'obésité sur l'appareil cardio-respiratoire du chien à celui du cheval, notamment en ce qui concerne l'hypertension artérielle, ainsi qu'une augmentation des fréquences cardiaques et respiratoires et une diminution de l'amplitude respiratoire, qui s'expliquent par un encombrement abdominal de graisse lors d'obésité.

b) Complications métaboliques

L'état inflammatoire chronique lié à l'obésité, associé à d'autres facteurs tels que la génétique, l'âge, la sédentarité, l'utilisation de corticostéroïdes ou encore le statut physiologique (gestation), peut entraîner une insulino-résistance (93). En effet, le tissu adipeux sécrète des cytokines inflammatoires, des adipokines telles que la TNF- α , IL-1, IL-6, et l'adiponectine, ainsi que d'autres facteurs tels que le sérum amyloïde A, la résistine et la leptine. Toutes ensemble, ces molécules agissent sur la réponse immunitaire et inflammatoire de l'individu, mais aussi son insulino-sensibilité. Ainsi, comme pour l'Homme et le chien, l'état inflammatoire lié à l'obésité chez le cheval provoque une augmentation de la concentration circulante en insuline, ainsi qu'une diminution de l'insulino-sensibilité, autrement dit une insulino-résistance (193). Ce phénomène a des répercussions importantes

sur l'ensemble de l'organisme du cheval, et provoque quelques maladies métaboliques telles que le syndrome métabolique équin (SME) ou le syndrome de Cushing (93).

Le syndrome métabolique équin (SME) est un syndrome complexe pour lequel un consensus a été établi en 2010 par le Collège Américain de médecine interne vétérinaire (ACVIM-Eq). Il repose sur trois composantes essentielles :

- Une régionalisation de dépôts graisseux et/ou une obésité
- Une insulino-résistance accompagnée d'une hyper-insulinémie
- Une prédisposition à la fourbure.

D'autres caractéristiques du SME peuvent également être citées, mais ne sont pas systématiques :

- Hypertriglycéridémie ou hyperlipémie, voire une augmentation des VLDL sanguins
- Hyperleptinémie résultant de l'augmentation de la sécrétion de leptine par les adipocytes en réponse à une insulino/leptino-résistance
- Hypertension artérielle durant l'été sur un poney prédisposé à la fourbure
- Altération du cycle de reproduction chez la jument, c'est-à-dire perte de la saisonnalité, des périodes anovulatoires ou prolongation des périodes entre les ovulations
- Augmentation des paramètres inflammatoires associés à l'obésité

Quelques signes cliniques associés au SME sont : une adiposité régionalisée, une boiterie (témoin de fourbure) ou une croissance des sabots en cerclages divergents. Un système de notation de l'adiposité du chignon a également été mis en place, allant de 0 à 5. Une note supérieure à 3 est évocatrice de SME. On peut également effectuer une mesure de la circonférence de l'encolure à l'aide d'un ruban mesureur. La mesure doit être faite à mi-chemin entre la nuque et le garrot. Le rapport circonférence d'encolure/ taille au garrot serait prédictif du développement d'une fourbure s'il dépasse 0,71. L'estimation du poids, ou la pesée est un bon moyen d'effectuer un suivi de l'animal. Les chevaux et poneys de races rustiques sont prédisposés au SME car ils sont capables de modifier leur métabolisme afin de valoriser au maximum une alimentation pauvre en nutriments. Il faut chercher l'origine de ce phénomène dans l'histoire des équidés, dont le mode de vie en liberté était bien plus rude que l'actuel, sous la domestication humaine, avec une alimentation riche et à volonté. Le diagnostic de SME s'effectue par une bonne prise de commémoratifs et d'anamnèse, un

examen clinique général complet en s'attardant sur la répartition du tissu adipeux, ainsi que des examens sanguins. Ces derniers pourront mettre en évidence une hyperglycémie (penser au diabète mellitus si persistante au cours du temps), une hyper-insulinémie (attention au stress lors du prélèvement) ainsi qu'une augmentation des paramètres inflammatoires (fibrinogène, SAA). Un test de tolérance au glucose ainsi que des radiographies de pieds (fourbure) peuvent également être réalisés (63) (169).

L'obésité est également un facteur favorisant un dysfonctionnement de la *pars intermedia* de la glande pituitaire ou « Syndrome de Cushing ». En effet, la *pars intermedia* de la glande pituitaire est constituée par un seul type de cellules endocrines : les mélanotropes. Ces cellules produisent une hormone fondamentale : la Pro-OpiomélanoCortine (POMC), hormone impliquée dans la physiopathologie de l'obésité (cf. partie III- B. 4). Une fois métabolisée par l'organisme, la POMC produit notamment la corticotropine, les β -endorphines, les α -melanocyte-stimulating hormone (α -MSH) et l'ACTH (6). Dans le cas d'un cheval en bonne santé, ces molécules mélanotropes sont inhibées par les neurones dopaminergiques dans le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus. Mais avec l'âge, les neurones dopaminergiques subissent un stress oxydatif et se détériorent, ce qui annule l'action inhibitrice de la dopamine sur les molécules mélanotropes. C'est ce que l'on appelle le « Syndrome de Cushing ». L'expression clinique associée à ce dérèglement hormonal comprend l'insulino-résistance, notamment chez les chevaux obèses, ainsi que la fourbure (93). En effet, les glucocorticoïdes produits en réponse à l'insulino-résistance du cheval obèse provoquent une vasoconstriction et une hypoxie des vaisseaux du pied, ayant pour conséquence la nécrose du podophylle qui se détache du kéraphylle. Ce détachement, associé à la traction du tendon fléchisseur profond sur la troisième phalange et au poids du cheval, peut provoquer un basculement de la troisième phalange dans le sabot, et donc une fourbure (92). Ainsi, l'obésité n'est souvent pas la cause primaire du « Syndrome de Cushing », mais elle peut fortement en aggraver des signes cliniques.

Une autre conséquence de l'obésité chez le cheval est le syndrome d'hyperlipémie. Celui-ci est caractérisé par une mobilisation excessive et pathologique de lipides à partir du tissu adipeux chez les sujets obèses, notamment suite à une diminution sévère de l'apport alimentaire (lors de coliques ou de gestation par exemple). L'hyperlipémie peut avoir pour conséquence des dysfonctionnements d'organes par infiltration lipidique tels que la cirrhose

non alcoolique du foie. Elle peut également avoir des conséquences beaucoup plus graves comme la mortalité. En effet, chez les chevaux atteints d'hyperlipémie sévère, cette dernière varie de 30 à 80% selon les études (131). De par leur génétique à risque d'insulino-résistance, les ânes, les poneys et les miniatures sont prédisposés au développement de cette affection (93).

c) Complications ostéoarticulaires

Contrairement à l'homme ou le chien, l'obésité n'est pas clairement impliquée chez le cheval dans des phénomènes d'arthrose ou autres conséquences ostéoarticulaires. La principale complication de l'obésité chez les équidés est la fourbure. La surcharge pondérale provoque des contraintes mécaniques sur les lames dermiques du sabot du cheval. Une réponse inflammatoire appliquée sur celles-ci entraînerait le désengrènement du kéraphylle et du podophylle. Chez le cheval, le tendon fléchisseur profond du doigt est constamment en légère tension. La fragilisation des attaches du kéraphylle sur le podophylle peut donc entraîner une rotation vers l'arrière de la troisième phalange. Le cheval reposant par ailleurs de tout son poids sur cette dernière, cela peut entraîner sa descente, et donc la fourbure (93). A ce processus mécanique s'ajoutent des perturbations chroniques du métabolisme ou endocriniennes qui peuvent engendrer des remodelages de l'interface lamellaire du sabot du cheval, ce qui provoque un état inflammatoire douloureux pour l'animal. Parmi ces perturbations, l'augmentation du cortisol plasmatique ainsi que l'insulino-résistance sont les principales causes d'apparition de fourbure. Toutes deux peuvent avoir pour origine l'obésité. En effet, le cortisol est produit par le tissu adipeux qui se trouve en grande quantité chez les animaux obèses. L'obésité est également associée à une insulino-résistance, ce qui entraîne une hyper-insulinémie, qui serait elle-même toxique pour l'interface lamellaire du sabot. Les maladies endocriniennes engendrent surtout une fourbure chronique, pouvant parfois aller jusqu'au détachement total de l'interface lamellaire avec la boîte cornée (6).

d) Autres complications

Tout comme les Hommes et les chiens, l'obésité chez le cheval est un facteur favorisant le développement tumoral. Dans cette espèce, la principale est le lipome qui se développe dans

le tissu adipeux mésentérique, et qui est en général bénin. Un lipome peut cependant provoquer des obstructions intestinales à l'origine de coliques, douloureuses pour l'animal et qui nécessitent un traitement chirurgical. Certains peuvent être pédiculés, ce qui leur confèrent une mobilité autour des anses digestives. Cela peut engendrer à terme une obstruction intestinale avec étranglement. L'animal est alors en état de choc, avec une douleur aiguë, ce qui nécessite une chirurgie d'urgence car le pronostic vital est engagé à ce stade (93) (66).

De plus, l'obésité est, tout comme en humaine et en canine, une cause d'infertilité et de dystocie lors du poulinage (93).

IV. La prise en charge du surpoids et de l'obésité

A. La prise en charge nutritionnelle du surpoids et de l'obésité

La prise en charge nutritionnelle du patient obèse repose sur une modification de ses habitudes alimentaires. Elle nécessite une évaluation des apports énergétiques par une enquête alimentaire et des dépenses par mesure ou calcul. Ceci est très utile dans les situations de sous-estimation des apports car lorsque le poids est stable, ces derniers sont considérés comme égaux aux dépenses (13) (10).

La prise en charge nutritionnelle constitue le premier élément à mettre en place dans le traitement d'un patient souffrant de surpoids ou d'obésité. Elle repose sur plusieurs aspects que sont (10) :

- Définir les besoins énergétiques du patient
- Se fixer un objectif de perte de poids hebdomadaire ou mensuel
- Définir des objectifs réalistes et motivants pour le patient ou le propriétaire

1. Les besoins en énergie, en macronutriments et micronutriments

a) Calcul du besoin énergétique

Dans l'espèce humaine

Les macronutriments représentent la principale source d'énergie, et tous les aliments n'ont pas la même densité énergétique. De plus, les besoins dépendent des dépenses et donc du niveau d'activité physique.

En médecine humaine, chaque nutriment possède une valeur énergétique qui lui est propre (79) (55) (22) :

- 1 g de glucides et de protides fournissent 4 kcal
- 1 g de lipide fournit 9 kcal

Les boissons sont également à considérer car ils ont une valeur en énergie parfois élevée (boissons sucrées, alcool). Selon l'AFSSA, les apports énergétiques conseillés pour un adulte (20-40 ans) ayant un niveau d'activité physique moyen sont de l'ordre de 11,4 MJ/jour soit 2 723 kcal/jour pour les hommes et de 9,1 MJ/jour soit 2 174 kcal/jour pour les femmes (13). Il est cependant possible de calculer les besoins énergétiques de manière plus précise et individualisée en fonction de l'âge et du sexe, ainsi que de l'activité physique (79). L'estimation du métabolisme basal s'effectue grâce aux tableaux 10 et 11 et à la formule ci-dessous :

Tableau 10 : Estimation du métabolisme basal (BMR) en fonction de l'âge et du sexe de l'individu considéré (79)

	AGE (ANS)	BMR (KCAL/JOUR)
HOMMES	18-29	15,3 P + 679
	30-59	11,6 P + 879
	60-74	11,9 P + 700
	≥75	8,4 P + 820
FEMMES	18-29	14,7 P + 496
	30-59	8,7 P + 829
	60-74	9,2 P + 688
	≥75	9,8 P + 624

Tableau 11 : Estimation du niveau d'activité physique en fonction du sexe de l'individu (79)

Activité physique	Sexe	PAL = Physical Activity Level
Légère	Homme	1,55
	Femme	1,56
Modérée	Homme	1,78
	Femme	1,64
Lourde	Homme	2,10
	Femme	1,82

Les besoins énergétiques totaux (EN) estimés sont fonction des deux tableaux précédents, et sont définis par la formule suivante (79) :

$$EN = PAL \times BMR \text{ (Exprimé en kcal/jour)}$$

Une alimentation est dite équilibrée lorsqu'elle apporte 11 à 15 % de l'apport énergétique total (AET) en protéines, 35 à 40 % en lipides et 50 à 55 % en glucides (22). Un autre point essentiel est de calculer les besoins en eau, qui eux, ne doivent pas être réduits. A titre d'exemple, pour une personne adulte vivant en milieu tempéré, les apports conseillés sont de 2,3 L d'eau par jour (13).

Le calcul des besoins énergétiques des patients obèses étant très controversé, de nombreuses autres formules existent. On peut citer par exemple celle de Harris et Benedict. Cependant, bon nombre de ces formules ne sont pas applicables pour un IMC supérieur à 50 kg/m² (35).

Dans l'espèce canine

Chez le chien, le poids idéal, déterminé par le vétérinaire correspond à l'objectif à atteindre à la fin de la période d'amaigrissement. Le National Research Council (NRC) (2006), propose une formule de calcul du besoin énergétique pour des chiens adultes à l'entretien, modérément actifs, en bonne santé et de taille moyenne (120) (5) (67) :

$$BEE \text{ (Besoin Énergétique à l'Entretien)} = 130 \times PI^{0,75} \text{ Exprimé en kcal EM / jour}$$

Avec PI : Poids idéal estimé (kg)

Le calcul du besoin énergétique prend en compte l'état physiologique de l'animal, son statut sexuel, sa race et ses maladies éventuelles. Il s'effectue toujours à partir du poids idéal de l'animal (PI) (67). Ainsi, il est nécessaire d'effectuer quelques ajustements de la formule précédente pour obtenir le besoin énergétique réel (BE) (5) (67) :

$$BE = BEE \times K = 130 \times PI^{0,75} \times k \text{ (Kcal EM / jour)}$$

Où $K = k1 \times k2 \times k3 \times k4$ et $K > 0,5$

- $k1$: coefficient multiplicateur du besoin énergétique relatif à la race (entre 0,8 et 1,2)
- $k2$: coefficient multiplicateur du besoin énergétique relatif au comportement, l'activité, le climat et le mode de vie (entre 0,7 et 1,2), augmentation à adapter en fonction du type d'activité physique
- $k3$: coefficient multiplicateur du besoin énergétique relatif à l'état physiologique = croissance, reproduction, stérilisation, âge (entre 0,8 (stérilisation) et 4 (lactation))
- $k4$: coefficient multiplicateur du besoin énergétique relatif au statut pathologique (maladie) = 0,8 pour le chien obèse (restriction énergétique de 20%), 1 + 0,1 chaque semaine sans prise de poids pour un animal maigre (67).

La perte de poids repose sur l'installation d'une balance énergétique négative. Le $k4$ peut donc être ajusté en fonction de la perte de poids ou non de l'animal. Attention cependant : le K global doit être supérieur à 0,5, ce qui correspond à une restriction maximale de 50% des besoins énergétiques du chien. Au-delà, le risque principal est la carence nutritionnelle (5). Une restriction de 40% permet une perte entre 12 et 26% du poids initial sur une période de 7 à 16 semaines (67).

Après avoir calculé le besoin énergétique du chien obèse, il est possible de calculer la densité énergétique de l'aliment donné par le propriétaire. Ceci a une visée didactique : faire prendre conscience de l'excédent d'énergie fournie au chien par l'alimentation. Elle se calcule par la formule suivante (NRC 2006) (5) :

$$DE \text{ (aliment industriel)} = 3,5 \times \%P + 3,5 \times \%ENA + 8,5 \times \%L \text{ Exprimé en kcal EM/100g brut}$$

P = protéines brutes en g

ENA = extractif non azoté en g = $100 - \% \text{ humidité} - \% \text{ protéines} - \% \text{ lipides} - \% \text{ cendres} - \% \text{ cellulose brute}$

L = lipides bruts en g

Les informations précédentes, nécessaires au calcul, se trouvent dans l'encart de composition analytique sur l'étiquette de l'aliment. La différence entre la densité et le besoin énergétique du chien représente la quantité d'énergie excédentaire fournie par le propriétaire à son animal. Enfin, il est essentiel de considérer les besoins du chien en macro et micronutriments individuellement afin de ne pas provoquer de carence nutritionnelle. Tout ceci va conditionner le choix de l'aliment pour l'amaigrissement du chien.

Dans l'espèce équine

Chez le cheval, il est essentiel de considérer sa physiologie alimentaire afin de comprendre ses besoins. C'est un herbivore monogastrique qui passe entre 15 et 16h de son temps à manger tout en se déplaçant à la recherche de sa nourriture (199). Ainsi, l'enfermer en box réduit son temps alimentaire, ce qui peut provoquer un stress élevé, ainsi que des problèmes de santé digestive. C'est un point important à considérer, d'autant plus qu'un cheval en surpoids ou en obésité va subir une restriction et verra son temps alimentaire encore raccourci.

En ce qui concerne les besoins énergétiques, deux variables de calculs sont utilisées (199) (156) :

- L'Unité Fourragère Cheval (UFC) qui représente la valeur énergétique d'un kilogramme d'orge, soit 2 250 kcal
- La Matière Azotée Digestible Cheval (MADC) qui représente la part de matière azotée totale qui est digérée par l'animal

Ainsi, le besoin énergétique d'un cheval de 500 kg à l'entretien est d'environ 4 UFC, mais il faut aussi tenir compte de la race, l'âge, le statut physiologique et de l'activité physique afin d'adapter au mieux la ration (199) (156). Les besoins azotés d'un cheval au travail, quant à eux, sont de 250-280g MADC/jour, soit $\text{MADC/UFC} = 70$. De plus, le cheval a des besoins en acides aminés, dont le limitant est la lysine, qui doit être apportée dans la ration à hauteur

de 10% du MADC pour couvrir ses besoins. Enfin, en ce qui concerne le rationnement de fourrage, qui est la base de son alimentation, il faut retenir qu'un cheval à l'entretien mange entre 1,5 et 2% de son poids vif soit 1,5 kg MS/ 100 kg. Cela représente entre 7,5 et 8,5 kg de foin par jour pour un cheval de 500kg (181) (156). Ici, pas de formule de calcul, le nombre d'UFC et MADC nécessaires sont fonction de l'activité du cheval et de son statut physiologique. Il faut se référer à des tables, comme le montre le tableau suivant pour l'étalon :

	UFC	MADC (g)
Hors monte ¹	5,8	418
Monte ²		
Léger	6,7	482
Moyen	7,6	547
Intense	8,5	612

Figure 10 : Apports recommandés pour l'étalon de selle d'un poids vif adulte de 500 kg (199)

Les aliments concentrés ne sont absolument pas indispensables à l'alimentation des équidés et seront réservés aux chevaux de sport ayant des besoins énergétiques qui ne peuvent pas être couverts par une alimentation exclusive de fourrages. En ce qui concerne les chevaux obèses, ce type d'alimentation est fortement déconseillée car riche en glucides et donc très énergétique.

b) Les besoins en macronutriments

Les besoins en protéines

Chez l'Homme, il n'existe aucune recommandation officielle sur les besoins protéiques des patients obèses. Toutefois, un consensus préconise, dans la littérature, 2g/j/kg de poids idéal ou 1,3g/j/kg de poids actuel en protéines (35).

Chez le chien, les protéines apportent à l'animal des acides aminés qui peuvent être synthétisés par l'organisme (acides aminés non essentiels) ou non (acides aminés essentiels). Ces derniers constituent le facteur limitant dans la synthèse de certaines protéines chez l'animal. Ainsi, un minimum de 25% de protéines brutes est recommandé dans l'alimentation diététique pour prévenir la perte de masse maigre et les carences lors de la perte de poids

(188). De plus, l'apport exogène de protéines via l'alimentation permet de compenser la perte de molécules azotées par l'urine et les fèces (5). Le tableau 12 présente les besoins en protéines chez le chien adulte :

Tableau 12 : Illustration des besoins en macro et micronutriments du chien selon NRC 2006 (BEE = Besoin énergétique d'entretien, EM = énergie métabolisable) (5)

Chien adulte		
Protéines brutes	< 10 kg de poids vif	55 g/Mcal de EM de BEE
	10-25 kg de poids vif	60 g/ Mcal de EM de BEE
	> 25 kg de poids vif	65 g/Mcal de EM de BEE
Lipides	10 g à 13,8 g Mcal de EM de BEE	
Calcium	0,5 à 1 g /Mcal de EM de BEE	
Phosphore	0,75 g /Mcal de EM de BEE	
Magnésium	45 mg à 150 mg /Mcal de EM de BEE	

Lors d'une consultation diététique, le vétérinaire doit vérifier que la quantité de protéines est suffisante dans la ration par le calcul du rapport protido-calorique (RPC) (67) :

$$RPC = \frac{\text{quantité de protéines minimale nécessaire pour 100g d'aliment}}{\text{coefficient de restriction } k}$$

Pour les rations ménagères, il faudra multiplier les sources de protéines pour avoir un apport suffisant de chacun des acides aminés essentiels (5). Les protéines ayant un effet satiétogène important, et stimulant la dépense énergétique, ce sont des alliées essentielles dans le cadre d'une perte de poids (29) (31).

L'acide aminé limitant est la lysine, qui aurait un effet double chez le chien :

- Elle stimulerait la production d'insuline
- Une quantité de lysine de 1,7% ou plus de la matière sèche, permettrait une plus grande perte de masse grasse associée à une préservation de la masse musculaire (188).

Chez le cheval, seuls les besoins protéiques possèdent des apports recommandés, qui correspondent aux MADC. Comme évoqué précédemment, des tables existent en fonction du poids, du statut physiologique et du niveau d'activité de l'animal.

Les besoins lipidiques

Même s'ils apportent de l'énergie, les lipides sont indispensables puisqu'ils sont riches en acides gras essentiels tels que les omégas 3 (à privilégier pour leurs vertus anti-inflammatoires) et 6 dont certains ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme (5) (31). Un gramme de lipide apporte 2,25 fois plus de calories qu'un gramme de protéine (188), et l'apport minimal dans la ration doit être de 15g/Mcal d'EM chez le chien. De plus, ceux-ci les apprécient, ce qui augmente l'appétence de la ration (31). Pour la quantité maximale, les nutritionnistes conseillent entre 9 et 14 % de la MS chez le chien dans le cadre d'une perte de poids (188). En général, l'alimentation industrielle apporte en quantité suffisante ces acides gras, mais cela reste tout de même à contrôler. C'est donc avec les rations ménagères que le vétérinaire devra calculer avec attention les quantités données à l'animal (5).

Les besoins en fibres

Les fibres sont des glucides complexes classées en deux catégories :

- Les fibres solubles, à fermentation rapide
- Les fibres insolubles à fermentation lente (appelées « cellulose brute » dans la composition des aliments industriels).

Leurs rôles est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Le rôle des fibres solubles et insolubles dans l'alimentation du chien (188) (90)

Fibres solubles	Fibres insolubles
Ralentissement de la vidange gastrique (stimule l'arrêt de la prise alimentaire)	
Diminution de la vitesse du transit intestinal (+)	Diminution de la vitesse du transit intestinal (+++)
Selles plus molles (si 10% MS)	Selles plus fréquentes
Baisse de la digestibilité des protéines brutes	
Diminution de l'apport énergétique (mais attentions aux carences)	Réduction de la densité calorique

Une quantité minimale de 5% de matière sèche en fibres (solubles et insolubles) doit être apportée au chien pour assurer un bon transit et un confort digestif, par maintien d'une flore intestinale correcte (5) (90). En général, ces fibres sont apportées par les légumes, qui augmentent le volume de la ration et représentent peu d'apport calorique (31). Pour le chien obèse, un aliment diététique à visée amaigrissante contient entre 12 et 25% de fibres (188).

Les besoins en glucides

Il n'existe pas de besoin minimal ou maximal en glucide chez le chien. Les nutritionnistes conseillent une incorporation maximale d'amidon de 40 à 50 % (188) (67). Cela dépend de la sensibilité intestinale des animaux. En général, les glucides sont là pour compléter l'apport énergétique en protéines et en lipide s'il est insuffisant (5).

c) Les besoins en micronutriments et oligoéléments

Dans l'espèce humaine

Une alimentation équilibrée et variée permet de répondre aux besoins de l'organisme en micronutriments et oligoéléments.

Dans l'espèce canine

Une fois la quantité de macronutriments analysée, le vétérinaire doit regarder l'apport de la ration en micronutriments. Les besoins en minéraux sont généralement couverts avec l'alimentation industrielle, ce qui n'est pas le cas avec une ration ménagère. En pratique, pour savoir si une ration est équilibrée en minéraux, il faut regarder le rapport calcium/phosphore en premier. Il doit être compris entre 1 et 2. Une fois ce rapport calculé, il faut encore que la proportion de chaque minéral dans la ration corresponde aux besoins, sinon on parle de carences (5). Il faut se référer aux tables NRC 2006 :

Tableau 14 : Apports en minéraux recommandés chez le chien d'après les tables NRC 2006 (5)

Minéraux (recommandé)	Chien (par Mcal de ME du BEE)
Calcium (g)	1,0
Phosphore (g)	0,75
Magnésium (mg)	150
Sodium (mg)	200
Potassium (g)	1,0
Chlore (mg)	300
Fer (mg)	7,5
Cuivre (mg)	1,5
Zinc (mg)	15
Manganèse (mg)	1,2
Sélénium (µm)	87,5
Iode (µm)	220

Les vitamines sont régulièrement en quantité insuffisante dans la ration, ce qui engendre des carences. Or, ce sont des molécules qui ne sont pas synthétisée par l'organisme, leur origine est donc exogène via l'alimentation. Une attention particulière sera donnée aux vitamines C et E qui ont des vertus antioxydantes, ce qui peut être avantageux pour un chien obèse qui subit un perpétuel stress oxydatif (205). A forte dose, elles peuvent toutefois présenter une toxicité. En général, les aliments industriels pour les animaux de compagnie sont bien équilibrés en vitamines. Pour les rations ménagères, le vétérinaire devra vérifier si l'apport en vitamines est correct selon les recommandations NRC, et si tel n'est pas le cas, il sera nécessaire de rajouter un complément minéral et vitaminé (5).

Dans l'espèce équine

Les besoins en micronutriments sont également à considérer. Pour un cheval à l'entretien, on retiendra que les besoins en minéraux sont les suivants (199) (156) :

- Calcium: 4 g/100 kg PV (poids vif)
- Phosphore : 2,8 g/100 kg PV
- Sodium : 2,4 g/ 100 kg PV
- Magnésium : 0,2 g/100 kg PV

Ainsi, les besoins des chevaux sont importants, c'est pourquoi il est nécessaire de leur laisser une pierre à sel à disposition. Concernant les besoins en oligo-éléments, les principales carences concernent le cuivre et le zinc, ce qui favorise les problèmes ostéoarticulaires. Le

rapport Cu/Zn doit être de 30/80 mg/kg MS. Pour les autres oligo-éléments tels que le fer, le manganèse, l'iode ou le sélénium, on observe peu de carences chez les chevaux.

A propos des vitamines, il existe peu de carences dans cette espèce. Les apports recommandés en vitamines A, D et E pour un cheval à l'entretien sont respectivement de 3250, 400 et 50 UI/kg MS. La seule carence rencontrée est celle en vitamine E car celle-ci est retrouvée uniquement dans les foins de bonne qualité. Une attention particulière aux chevaux obèses sera prêté car ces derniers sont en principe nourris avec du foin pauvre, et donc de moyenne ou mauvaise qualité (199) (156).

2. Les objectifs de perte de poids

En médecine humaine, une perte de 5 à 15 % du poids initial est actuellement considérée comme un objectif de première intention réaliste. Celui-ci correspond à ce que la majorité des sujets obèses sont capables d'atteindre en 3 à 6 mois et de maintenir pendant plus d'un an. Bien qu'il paraisse modeste, cet objectif est utile en termes de santé et il tient compte des limites biologiques et psychologiques du patient durant cette démarche. Néanmoins, une perte de poids de 10 à 20 % peut être envisagée lorsque celle-ci respecte l'équilibre nutritionnel, somatique, psychologique et social de l'individu (13). Toutefois, au-delà de 1,5 kg perdu par semaine, le patient s'expose à des risques de formation de calculs vésicaux (197).

En médecine vétérinaire canine, il est important de vérifier que l'animal ne souffre pas d'une maladie ou d'amyotrophie avant d'initier toute perte de poids. En effet, cette dernière fausse le calcul du poids idéal d'une part, et d'autre part lors d'une perte de poids, on observe également une perte de masse maigre. On aggrave alors l'amyotrophie de l'animal dans ce cas. Un rythme correct et réalisable de perte de poids par semaine est compris entre 0,5 et 2 % du poids initial (67). En-dessous, les propriétaires ne voient pas les progrès et risquent d'abandonner et au-dessus, l'animal risque de perdre de la masse musculaire (5). Au-delà de 1,5% par semaine chez le chien, on observe une reprise de poids assez forte pendant la période de maintenance : c'est l'effet rebond (102).

En médecine vétérinaire équine, la perte de poids idéale hebdomadaire est entre 0,5 et 1% du poids corporel. Une perte de poids trop rapide (plus de 1% de perte en masse corporelle par semaine), des périodes de jeûne prolongées ou une restriction calorique brutale pourraient engendrer une hypertriglycémie ou une lipidose hépatique ou rénale (169) (54).

3. Mise en place d'un régime adapté

En médecine humaine, le NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence) recommande que les modifications alimentaires soient personnalisées, adaptées aux préférences alimentaires, et prévoient des démarches adaptables pour réduire les apports énergétiques. Des régimes trop restrictifs et nutritionnellement non équilibrés ne doivent pas être utilisés car ils sont inefficaces à long terme et peuvent être dangereux. Les personnes doivent être encouragées à améliorer leur alimentation, mêmes si elles ne perdent pas de poids, car cela va engendrer d'autres bénéfices pour la santé (147). Plusieurs types de régimes existent :

- Une restriction calorique modérée est le régime ayant montré le plus d'efficacité, et celui qui est recommandé. Dans ce type de régime, la restriction calorique est de l'ordre de 600 kcal par jour ou des régimes pauvres en lipides. D'autre part, la ration alimentaire est « équilibrée » entre glucides (50 à 55 %), lipides (30 à 35 %) et protéines (10 à 20 %). Le soutien d'un expert et un suivi intensif est recommandé pour une perte de poids durable. De plus, une alimentation riche en fibres et en hydrate de carbone d'absorption lente permet d'augmenter la satiété (13).
- Les régimes basses calories (1 000-1 600 kcal/j) peuvent également être considérés mais ils ne sont pas toujours nutritionnellement équilibrés.
- Les régimes très basses calories (moins de 1 000 kcal/j) peuvent être utilisés pendant 12 semaines continues maximum ou en alternance avec un régime basses calories (par exemple 2-4 jours par semaine) par les personnes ayant atteint un plateau dans leur perte de poids (147).

Les autres types de régime n'ont pas montré plus d'efficacité que la restriction calorique modérée (22). Parmi eux, ceux dits « très basse calorie » apportant moins de 800 kcal par jour grâce à des repas de substitution (79). Ils entraînent une consommation de la masse maigre après épuisement des réserves en glycogène et lorsqu'ils sont prolongés, ils exposent à de

nombreuses carences, à une dénutrition et à la formation de lithiases biliaires ou à une hyperuricémie. Des morts subites liées à des régimes dont la ration quotidienne contenait moins de 600 kcal ont été rapportées (13). Un autre type est l'alimentation dite « hyperprotéinée », très pauvre en hydrate de carbone. Le plus célèbre est le régime ATKINS qui ne propose pas de restriction calorique mais une réduction d'apport des hydrates de carbone (produits sucrés, féculents) entre 3 et 10 % de la ration énergétique (moins de 20 g par jour). Le reste est apporté par la consommation à volonté de graisses et de protéines afin d'augmenter la satiété. L'avantage de ce rationnement est que les protéines ont un plus grand effet thermogénique : au cours du processus de digestion, une plus grande production de chaleur est dégagée, ce qui augmente la dépense énergétique (82). Mais des effets indésirables ont été rapportés parmi lesquels des cas d'hypocalcémie, d'hypokaliémie, d'acidocétose et de pancréatite ayant conduit au décès (13).

En médecine vétérinaire canine, le choix du type de rationnement passe tout d'abord par celui de l'aliment. En effet, la restriction calorique passe souvent par une diminution de la quantité journalière d'aliments distribués, mais cela présente trois inconvénients majeurs (120) :

- L'estomac se retrouve moins rempli donc l'animal ne ressent pas de satiété. Cette restriction volumique peut alors conduire à des vols de nourriture ou bien à un comportement agressif causé par la faim ;
- Un déficit en certains nutriments essentiels car la restriction s'effectue alors sur l'ensemble des apports de la ration (188) ;
- Une perte de masse maigre conjointe à la perte de masse grasse.

Il est donc impératif d'accompagner la restriction calorique d'un aliment adapté permettant à la fois de limiter la sensation de faim et de satisfaire les besoins de l'animal, tout en limitant au maximum la perte de masse maigre (120). Une alimentation diététique destinée à l'amaigrissement présente une densité énergétique faible, c'est-à-dire ne dépassant pas 3,4 kcal/jour (188), une teneur en fibre élevée et un rapport protido-calorique (RPC) élevé, soit $RPC = 100 \text{ à } 110 \text{ g PB/Mcal}$ (31) (67). L'alimentation diététique peut être sèche (croquettes) ou humide, voire une ration ménagère mais celle-ci doit être réalisée par un vétérinaire afin d'éviter les carences en nutriments essentiels. Une fois le besoin énergétique du chien calculé et le type d'alimentation choisi, il est important de calculer la densité énergétique de cet

aliment afin de savoir quelle quantité journalière donner à l'animal en fonction de son besoin énergétique restreint. Il existe 2 formules de calcul de la densité énergétique (NRC 2006) (5) :

- Ration ménagère : $DE \text{ (kcal EM/100g brut)} = 4 \times \%P + 4 \times \%ENA + 9 \times \%L$
- Alimentation industrielle : $DE \text{ (kcal EM/100g brut)} = 3,5 \times \%P + 3,5 \times \%ENA + 8,5 \times \%L$

Avec

DE = densité énergétique d'un aliment en kcal pour 100g d'aliment brut

P = protéines brutes en g

ENA = extractif non azoté en g = $100 - \% \text{ humidité} - \% \text{ protéines} - \% \text{ lipides} - \% \text{ cendres} - \% \text{ cellulose brute}$

L = lipides bruts en g

Enfin, il est essentiel d'évaluer si la ration calculée pour cet aliment répond aux besoins en macro et micronutriments (cf. IV. A. 1.b et c), afin d'éviter toute carence. Pour résumer, il est conseillé de mettre en place une ration riche en protéines et en fibres pour la perte de poids.

En médecine vétérinaire équine, la réduction des apports caloriques permet la normalisation de l'insulinémie. Cela passe par une exclusion des concentrés de l'alimentation, tout comme les friandises commerciales, les carottes, les sucres, mais aussi les aliments riches en graisse (54). Un régime basé sur des fourrages doit être préconisé. La restriction énergétique doit également s'accompagner d'une diminution de la quantité de matière sèche distribuée, ce qui passe par un rationnement du foin (169). Ainsi, une restriction quantitative de l'ordre de 1,25 à 1,5% du poids vif ingéré est recommandée (soit 1,4 à 1,7% de son poids corporel en nourriture distribuée), ce qui correspond à un apport d'énergie digestible de 64 à 94% des besoins de maintenance (139). Il est important de noter qu'il existe une variabilité individuelle très importante vis-à-vis de la perte de poids, des chevaux et poneys peuvent y être sensibles et d'autres résistants (8). Pour ces derniers, et il est possible de descendre la restriction de fourrage à 1% du poids vif en matière sèche après 30 jours sans perte de poids (169) (54).

Le choix de l'aliment est également primordial. Un cheval ayant un accès libre à l'herbe peut ingérer jusqu'à 5% de son poids corporel par jour (108). De plus, un équidé adulte inactif peut consommer ses besoins journaliers en seulement 8 à 10h. Le pâturage est donc à éviter dans le cadre d'une perte de poids, et si cela est impossible, il convient de limiter l'aire disponible et d'utiliser une zone déjà pâturée (herbe courte) mais non surpâturée. Le régime devra être

basé sur des fourrages, notamment le foin dont la qualité nutritive doit être moyenne ou mauvaise. Pour cela, les glucides non structuraux (GNS) doivent être limités au maximum à 12% dans le but de réguler la réponse à l'insuline (54) (24). Ainsi, il faudrait idéalement connaître la proportion de GNS dans le foin via une analyse de laboratoire. Néanmoins, les foins de mauvaise qualité, que l'on préconise pour ces chevaux, peuvent être déficients en protéines (169) (138). Il est alors possible d'ajouter de la luzerne en petite quantité dans la ration (196). Cependant un apport excessif de protéines peut entraîner une hyper-insulinémie, malgré la gestion des niveaux de GNS dans l'alimentation (109). Le foin enrubanné ne convient pas aux chevaux atteints de SME. En effet, bien qu'ils soient moins riches en GNS grâce à la fermentation, ils induisent une réponse insulémique supérieure à celle du foin à GNS équivalents, notamment chez les poneys (33). De plus, l'enrubanné a une meilleure palatabilité, ce qui favoriserait une consommation supérieure (169). Enfin, les chevaux atteints de SME mais dont l'état corporel est bon sont difficiles à maintenir en état uniquement avec des fourrages. C'est pourquoi il est possible d'ajouter progressivement dans la ration de la pulpe de betterave, des écales de soja ou des huiles végétales (à raison d'une demi à une tasse par jour) (181). Il existe également des aliments commerciaux à faible teneur en GNS dont l'amidon est remplacé par de la pulpe de betterave (63).

La restriction alimentaire induit parfois l'ingestion de litière. La paille peut être considérée comme un apport alimentaire en complément du foin, ce qui permet de réduire l'apport énergétique tout en augmentant l'ingestion de matière sèche. Dans ce cas, elle peut être introduite progressivement à hauteur de 30% des fourrages totaux (54). Cependant, une attention particulière des propriétaires doit être apportée aux crottins afin de déceler tout signe d'impaction, précurseur de coliques. Le cas échéant, il convient de changer la litière pour une autre non comestible et vérifier que le cheval ne la mange pas (169).

Concernant les compléments alimentaires pouvant aider à la perte de poids, des bénéfices ont été montrés pour la cannelle, la L-carnitine et le psyllium et des effets prometteurs ont été rapportés pour la spiruline et l'aleurone (54). Les algues en tant que complément alimentaire peuvent aider à augmenter la sensibilité à l'insuline, à améliorer le métabolisme des glucides, à réduire les dérivés réactifs de l'oxygène (propriétés anti-inflammatoires) et à augmenter la protection antioxydante des individus (127). Enfin, il est important de vérifier que la restriction énergétique réponde quand même aux besoins intrinsèques de l'animal, notamment

en vitamines et minéraux. Cela implique parfois de compléter le cheval pour pallier aux déficits.

4. Modalités de distribution de l'aliment en médecine vétérinaire

Une fois que le vétérinaire a trouvé l'aliment ainsi que la quantité journalière, il doit fixer avec le propriétaire les modalités de sa distribution.

En médecine vétérinaire canine, distribuer la ration journalière en 2 à 3 repas permettrait au chien de ne pas ressentir la faim trop longtemps en 24h. Ceci évitera alors les comportements de demande ou de vol de nourriture. Le stress peut également jouer un rôle dans la prise alimentaire chez le chien. En effet, lorsqu'il est stressé, il produit des glucocorticoïdes (cortisol) qui augmentent l'appétit (132). Pour éviter de rentrer dans ce cercle vicieux, il faut tout d'abord proposer un programme de perte de poids peu restrictif. Ensuite, il faut proposer au propriétaire de nouveaux modes de distribution de la ration. S'il possède plusieurs chiens et qu'un seul individu est en surpoids ou obèse, l'astuce est de nourrir les animaux séparément pour éviter que celui en surpoids ne mange la ration des autres (5).

En médecine vétérinaire équine, un certain nombre d'essais et réévaluations vont être nécessaires pour atteindre le poids souhaité. Les modifications alimentaires doivent être mises en place progressivement sur deux semaines (54). Pour les chevaux en pâture, enclencher une perte de poids est une tâche difficile car il n'est pas possible d'évaluer les quantités ingérées. C'est pourquoi il est souvent préférable de changer la gestion de ces chevaux : confiner l'animal en stabulation dans un premier temps peut aider à déclencher une perte de poids. Cependant, une meilleure alternative serait de proposer un parcours extérieur sans accès à l'herbe, ce qui favoriserait l'exercice, au contraire du confinement en box : paddock de terre, carrière de sable, paddock paradise*, écurie active**... Il est également possible d'envisager l'utilisation d'un panier (169) (138).

Dans le cas où le foin, même de qualité moyenne ou médiocre, ait une teneur en GNS encore trop importante, une solution simple et non onéreuse est de tremper le foin dans de l'eau froide pendant 60 minutes, ce qui réduit les sucres solubles d'environ 30% ou durant 8 à 16h pour une réduction d'environ 50% (138). Cela permettrait de doubler les pertes en poids

*Concept inventé par Jaime Jackson, qui prône un mode de vie naturel inspiré par celui des mustangs sauvages des Etats-Unis. Le paddock Paradise favorise le mouvement, ainsi que la santé mentale et physique des équidés (11)

**Concept inventé par Thorsten Hinrichs, qui vise à simplifier la gestion des écuries tout en répondant à des besoins alimentaires individualisés, favorisant la locomotion des chevaux et en aménageant un sol sain et praticable toute l'année (11)

corporel si l'on compare avec une alimentation d'une quantité équivalente en foin sec (9). Néanmoins, il est conseillé de limiter la durée de trempage par temps chaud afin de prévenir une multiplication trop importante de microorganismes. De plus, faire tremper le foin induit des pertes en minéraux solubles (potassium, sodium, magnésium, calcium et phosphore), qui doivent donc être apportés par un complément minéral et vitaminé. En effet, lors du trempage, les minéraux contenus dans la matière sèche diminuent de 27 à 38%, et les protéines brutes de 26% (9). Ainsi, les volumes de foin mouillé apportés doivent être augmentés par rapport au foin sec (jusqu'à 15% de foin mouillé supplémentaire, soit 1,4 kg par jour pour un cheval de 500 kg) (169) (126). Fractionner la distribution du foin à minimum 3 repas par jour doit également être encouragé car cela diminue le pic de sécrétion d'insuline (73). Cela permet de mimer le comportement alimentaire d'un cheval au pâturage, limiter les risques d'ulcères gastriques par un remplissage constant de l'estomac (169), et assurer une stabilité du microbiote intestinal (181). L'utilisation d'un filet à foin équipé de petites mailles peut également être utile afin d'augmenter le temps d'ingestion. Chez des chevaux nourris à 1% de leur poids corporel exclusivement au foin distribué en deux fois, ce temps augmente de 120 à 193 minutes lors de l'utilisation du filet à foin à petites mailles (54). Ce dernier permet donc dans le même temps imparti de réduire la quantité de foin ingérée (0,88 kg/h) comparé à un cheval mangeant au sol (1,49 kg/h). Cet usage permet aussi de diminuer la réponse insulinémique, le pic de glucose post-prandial et le taux de cortisol (73).

Enfin, dans le cas où le pâturage est inévitable, il est conseillé de ne pas installer des chevaux en surpoids ou obèses sur des prairies surpâturées ou fraîchement coupées car elles contiennent une plus grande teneur en GNS. De plus, le pâturage le matin ou lors d'un ensoleillement important avec des températures basses est à proscrire car favorable à la synthèse de fructanes (36) (63). Les variétés d'herbe présentes sur la pâture ont aussi une importance puisque certaines sont plus riches que d'autres en nutriments : la luzerne est plus riche en protéines et en calcium que le dactyle mais moins riche en GNS par exemple (126). Le pâturage, sur de courtes durées est à proscrire car les chevaux avec un apport restreint peuvent compenser très rapidement et ingérer près de la moitié de leurs apports quotidiens en matière sèche en seulement trois heures (139). En revanche, planter des arbres permet de limiter la photosynthèse de l'herbe et donc la teneur en glucides. L'utilisation d'un panier muselière peut être envisagée pour les chevaux dont les propriétaires souhaitent un accès à l'herbe. Ceux-ci permettent de réduire l'ingestion de matière sèche de 80% (108) et

augmentent le temps consacré à la recherche de nourriture, ce qui favorise l'exercice (54). Il faut néanmoins que les propriétaires s'assurent que les chevaux boivent correctement avec le panier (169).

B. La prise en charge physique du surpoids ou de l'obésité

1. Les objectifs de la prescription d'une activité physique dans la perte de poids des patients obèses

Tout d'abord, l'activité physique est définie par l'OMS comme « tout mouvement produit par les muscles squelettiques, responsable d'une augmentation de la dépense énergétique » (121). Au début de chaque exercice physique, les trois voies métaboliques, à savoir aérobie, aéro-anaérobie et anaérobie, sont utilisées en même temps pour produire de l'énergie. La voie anaérobie produit de l'acide lactique, déchet métabolique dont l'accumulation dans l'organisme est à l'origine de crampes, d'une mauvaise récupération, de désordres métaboliques ou encore de fatigue (173) (194). La filière aérobie est utilisée lors d'effort d'endurance, de longue durée et d'intensité relativement faible. Elle produit de l'énergie en dégradant le glycogène hépatique ou musculaire et les triglycérides contenus dans les muscles et le tissu adipeux (173) (194) (2). C'est donc cette voie qui est à privilégier dans le cadre de la perte de poids car elle induit une diminution de la masse grasse, bien que modeste comparée à une restriction alimentaire. De plus, elle permet de maintenir voire augmenter la masse maigre (43).

En médecine humaine, on estime que lors d'un régime hypocalorique bien équilibré, la perte de poids totale sur 6 mois correspond en moyenne à 70 % de masse grasse et 30 % de masse musculaire. L'adjonction d'une activité physique régulière au régime hypocalorique limite la perte de masse musculaire associée à 10 % du poids total avec une activité d'endurance. L'activité physique permet également une réduction de la graisse abdominale, et donc du tour de taille. Ainsi, lors de la phase d'amaigrissement, c'est la combinaison d'une réduction modérée d'apports énergétiques et d'un niveau adéquat d'activité physique qui permet de maximiser la perte de poids, et surtout de limiter la perte de masse musculaire associée (156). De plus, la prise de masse maigre permet une augmentation à terme de la dépense énergétique de repos. La pratique seule de l'activité physique permet de maintenir le poids sur le long terme, ce qui peut éviter les rechutes (43). La prise en charge de l'obésité nécessite donc

souvent un accompagnement important et prolongé, pour maintenir la perte de poids et changer les habitudes de vie du patient (156) (121).

En médecine vétérinaire canine, un exercice régulier est indispensable à la bonne santé de l'animal pour plusieurs raisons : il permet de renforcer la masse maigre et donc d'augmenter le métabolisme de repos, d'entraîner le système cardio-vasculaire, d'augmenter la stimulation mentale, d'accroître les dépenses énergétiques et l'oxydation du tissu adipeux. L'exercice permet également de prévenir le regain de poids post-amaigrissement (120). Enfin, l'augmentation de l'activité physique permet d'améliorer la sensibilité à l'insuline, de diminuer la concentration en leptine plasmatique et de supprimer partiellement les effets pro-inflammatoires dus à l'obésité. Cependant, ces bénéfices ne sont pas directement liés à l'exercice mais à la perte de masse grasse. Ce n'est pas l'intensité de l'exercice qui est importante mais la durée de celui-ci. Ainsi, l'augmentation d'une heure de la durée d'exercice hebdomadaire est corrélée à une moindre obésité (21).

Le cheval, lui, est naturellement actif. En conditions sauvages ou semi-sauvages, ils se déplacent pour accéder aux ressources et points d'intérêts : alimentation, abreuvement, zone abritée. Ils marchent également pas à pas en broutant pendant 15 à 16 heures durant la journée. De cette façon, ces chevaux parcourent 17,9 km par jour. Les équidés domestiques placés dans les mêmes conditions parcourent au maximum 7,5 km par jour (76). La distance quotidienne parcourue diminue avec la taille du pré/paddock. Ainsi dans un paddock de 2500 m², ils marchent un peu plus d'un kilomètre. Dans les nouvelles installations de type « écurie active » ou « paddock paradise » des distances de l'ordre de 5 km par jour ont été mesurées. Pour ceux hébergés en box, cette distance quotidienne est encore plus faible, moins de 200m. Ainsi, les chevaux domestiques sont plus sédentaires que leurs homologues féroces. Or, les équidés ont besoin d'exercice quotidien, bénéfique à la fois pour leur santé et leur comportement (37).

L'exercice fourni par le travail n'est pas équivalent à celui fourni par la mise en liberté. L'allure principale utilisée par les chevaux en liberté est le pas, rarement le trot et le galop. Or, lors d'une séance d'entraînement sous la selle, les chevaux parcourent entre 2,5 et 5 km/heure et 5,8 km/heure au marcheur. Lors d'une séance de travail, les distances parcourues sont donc inférieures à celles correspondant aux conditions naturelles. De plus, l'intensité de l'exercice

est concentrée sur une durée beaucoup plus courte (37). Il apparaît donc ici que la mise en place de conditions de vies naturelles ou semi-naturelles pour des chevaux obèses soient déjà propices à la perte de poids. Bien évidemment, cela n'est pas toujours possible, c'est pourquoi il est quand même préconisé de remettre le cheval au travail, à pied ou sous la selle. De plus, cette nécessité de grands espaces est en contradiction avec la prise en charge alimentaire de l'obésité, puisque les prairies doivent être évitées au maximum. Il semble alors que les « écuries actives » ou « paddock paradise » soient un bon compromis en complément d'une remise au travail.

2. Les prérequis à la prescription d'une activité physique

Tout d'abord, il faut distinguer les patients valides des patients invalides ou grabataires. On s'intéressera ici aux premiers, les seconds bénéficiant d'une prise en charge beaucoup plus spécifique. Parmi les patients valides, on en distingue deux types : sédentaires et actifs. Un patient sédentaire ne pratique pas d'activité physique au quotidien alors qu'un patient actif est lui défini comme un patient pratiquant une activité professionnelle et/ou de loisir. La prescription d'activité physique ne sera donc pas la même en fonction du type de patient. Pour les actifs, il suffit d'augmenter leur pratique quotidienne, en proposant de nouveaux moyens ou d'autres modes de réalisation. Il sera également envisagé d'augmenter le nombre de séances par semaine ainsi que leur durée. Pour les sédentaires, il s'agit pour le médecin de construire un protocole d'activité physique adapté et réalisable aux yeux du patient afin de conserver ou de faire naître une motivation (43).

Ensuite, un examen clinique complet permet d'évaluer la douleur du patient et comprend :

- Un bilan morphométrique pour déterminer les zones de déformations, les attitudes et les morphotypes liés à l'excès de poids.
- Un examen dynamique pour définir les mouvements que le patient ne peut pas réaliser, et ainsi adapter le protocole d'activité physique.
- Un bilan articulaire, musculaire et respiratoire est primordial afin de fixer les limites de tolérances à l'effort du patient (43).

Enfin, une consultation médicale est préconisée chez les patients en surpoids ou obèses avec un risque cardio-vasculaire modéré, élevé ou très élevé, avant de commencer une

activité physique d'intensité élevée. Elle est conseillée en cas d'obésité sévère ($IMC \geq 35$) avant de commencer une activité physique d'intensité élevée. Le patient en surpoids ou obèse inactif avec un risque cardio-vasculaire élevé ou très élevé peut également en bénéficier avant de commencer une activité physique d'intensité modérée, telle que la marche et la natation ou une autre activité aquatique (78). A l'issue de cette consultation, la réalisation d'une épreuve d'effort peut être effectuée. Elle consiste à faire marcher le patient pendant 6 minutes dans un couloir long de 30 à 50 mètres et permet d'évaluer ses capacités fonctionnelles. Durant cette épreuve, le patient peut s'arrêter si besoin, mais le chronomètre ne sera pas arrêté (43). Elle permet également d'améliorer les prédictions de maladies coronariennes sur les personnes asymptomatiques (103). Enfin, les patients obèses souffrent souvent de douleurs sur les articulations en charge (dos, hanches, genoux et chevilles), ce qui nécessite d'adapter l'activité physique en conséquence. Paradoxalement, l'amaigrissement et la participation des patients à des programmes d'activité physique peut provoquer une augmentation des douleurs, en particulier du dos, dues à une redistribution des charges corporelles au niveau des vertèbres. Le problème est habituellement passager. Pour toutes ces raisons, il est important de questionner le patient sur le type d'activité physique qu'il pratique déjà dans sa vie quotidienne, afin d'adapter au mieux la prescription à chacun (78).

Tout comme en médecine humaine, avant de proposer un programme d'activité physique, le vétérinaire doit s'assurer que l'animal ne présente pas d'affection notamment ostéoarticulaire et cardiorespiratoire qui soient une contre-indication à la pratique d'un effort physique. De plus, il doit évaluer l'état d'amyotrophie de l'animal. En effet, pratiquer une activité physique trop intense pourrait l'aggraver. Dans ce cas le vétérinaire devra adapter le programme à l'individu. Enfin, faire maigrir un animal demande une implication totale du propriétaire, qui devra, lui aussi, adapter l'activité physique de son animal en fonction de sa tolérance à l'effort (5).

3. Quel type d'activité physique pour les patients obèses ?

La perte de poids est liée au produit "intensité x durée" des exercices proposés. Afin d'optimiser la perte de poids, la consigne à donner sera "le plus haut en intensité, le plus longtemps possible" (43).

En médecine humaine, les activités en décharge (en piscine avec la natation ou l'aquagym) ou à faibles impacts articulaires (vélo) sont à privilégier, notamment pour les patients obèses souffrant de douleurs et reprenant une activité physique. Lors de la phase d'amaigrissement, les objectifs recommandés sont d'augmenter progressivement les exercices d'endurance d'intensité modérée à au moins 150 minutes par semaine pour réduire la perte de masse musculaire, et dans l'idéal, d'y associer quelques séances de renforcement musculaire, bien qu'il n'y ait pas de consensus. Pour maintenir le poids sur le long terme après la phase d'amaigrissement, les objectifs recommandés sont d'augmenter progressivement l'activité physique en endurance pour atteindre 200 à 300 minutes par semaine, pour prévenir la reprise de poids et améliorer les capacités cardio-respiratoires. Afin de maintenir la masse musculaire et d'améliorer la force et l'endurance des muscles, il est conseillé d'inclure du renforcement musculaire au moins 2 fois par semaine (78).

Toutefois, ces objectifs sportifs sont difficilement atteignables chez des patients obèses souvent très déconditionnés physiquement. Le médecin doit définir avec son patient des objectifs réalistes tant au niveau de la réduction pondérale que de l'activité physique. Le développement des pratiques de la vie quotidienne a souvent une place importante dans la remise en mouvement de ces patients, et doit être associé à une réduction du temps passé à des activités sédentaires. Par exemple, la marche est une activité physique conseillée chez les patients obèses. Il y a une relation inverse entre la distance marchée (en km) par semaine et l'IMC. Pour un maintien de poids après amaigrissement, on estime que 11 000 à 12 000 pas par jour, soit l'équivalent de 60 à 90 minutes d'activité physique d'intensité modérée, peuvent être nécessaires. Là encore, dans un souci d'efficacité, il est préférable de proposer au patient d'augmenter son nombre de pas progressivement (1 000 à 3 000 pas journaliers supplémentaires) (78).

Tableau 15 : Exemples de protocoles d'activités sportives pouvant être prescrites dans le cadre de la prise en charge du surpoids ou de l'obésité (d'après la HAS (78))

Type d'activité physique	Fréquence	Intensité	Durée	Exemples d'activité physique
Activité physique de la vie quotidienne	Quotidienne	Intensité légère à modérée		Marcher, monter les escaliers, faire du jardinage, le ménage, etc.
Activité physique en endurance	≥ 5 jours par semaine	Intensité modérée Augmentation progressive vers intensité élevée pour de meilleurs résultats de santé	150 min/semaine (30 min 5x/semaine) Augmentation progressive de 200 à 300 min/semaine (soit 60 min/jour 5 jours/semaine) En continu ou séquentiel	Activités sportives dynamiques modérées Exemples : marche nordique, cyclisme, nage, gymnastique aquatique, aquabike
Activité physique en renforcement musculaire	2-3 jours/semaine non consécutifs	Intensité modérée Augmentation progressive de l'intensité pour améliorer la force et l'endurance musculaires	2 à 4 séries de 8 à 12 répétitions pour chaque groupe musculaire majeur du corps	Activités sportives statiques modérées Exercices en renforcement musculaire (poids, bandes élastiques, appareillages, etc.)
Activité physique en assouplissement	≥ 2 à 3 jours par semaine	Étirement jusqu'au point de tension ou de léger inconfort	Étirement statique de 10 à 30 secondes 2 à 4 répétitions pour chaque exercice	Étirements statiques ou dynamiques

En médecine vétérinaire canine, les activités physiques réalisables pour favoriser la perte de poids d'un chien obèse sont nombreuses, mais celles-ci ne possèdent pas toujours que des avantages, et demandent une implication importante du propriétaire :

- La marche : activité populaire qui renforce le lien entre le chien et le propriétaire. Elle est accessible à tous les chiens et peut être réalisable avec un tapis semi-immersé pour une optimisation du travail musculaire et un soulagement des articulations. Elle semble donc parfaitement indiquée pour la perte de poids (5) (187). Elle reste le meilleur exercice pour les chiens obèses, et il est préconisé de faire trois balades de 5 minutes par jour au début de la perte de poids, puis d'augmenter progressivement jusqu'à atteindre un optimal de 30 à 45 minutes par jour. En moyenne, les chiens dépensent environ 1,1 kcal/kg/km à une vitesse d'environ 6 km/h. A titre d'exemple,

un chien de 45 kg engendre une dépense de 240 calories après 4,82 km à ce rythme (27).

- Le jeu entre chiens est une pratique naturelle pour l'animal et qui renforce les liens sociaux mais le risque de blessures associé est élevé dans le cas de chiens de gabarits différents (5).
- Rappporter un jouet est un jeu très populaire et qui demande beaucoup d'énergie donc c'est une méthode qui pourrait être efficace pour la perte de poids. Cependant, le risque de blessure est grand car cela demande des démarrages et des arrêts brutaux, qui sont difficiles à réaliser pour les animaux obèses (5) (187).
- Les exercices statiques permettent l'étirement de l'ensemble des muscles, et fait travailler la proprioception et l'équilibre de l'animal. Néanmoins, cette activité est plutôt indiquée pour la récupération après un effort physique (5) (187).
- Les exercices dynamiques tels que le saut d'obstacle ou l'agility mobilise l'ensemble des muscles du corps et fait travailler la proprioception et l'équilibre de l'animal. Toutefois, le risque de blessure est important en raison du surpoids donc cette pratique n'est pas conseillée dans un premier temps (5) (187).
- La natation peut être pratiquée dans un lac ou une rivière par exemple. Elle augmente la masse musculaire et fait travailler l'activité cardiaque tout en soulageant les articulations de la totalité du poids de l'animal. C'est donc une pratique à fortement encourager dans le cas d'un animal obèse, même si un risque de noyade existe si l'animal n'est pas surveillé. Un autre obstacle à prendre en compte est l'hydrophobie de certains canidés (5) (187).
- Il est également possible d'envisager le travail de rééducation sur tapis roulant ou en piscine. L'UMES (Unité de Médecine de l'Élevage et du Sport de l'ENVA) propose ce type de service mais aucune étude d'efficacité n'a encore été réalisée (120).

Un enrichissement de l'environnement du chien obèse par des jouets prévient de son ennui lors de l'absence du propriétaire, ce qui peut réduire les vols de nourriture et les fouilles de poubelles. Cela permet notamment de stimuler l'exercice et de l'occuper sans aliment. De même, le fait d'être le seul animal de la maison est un facteur de risque car les chiens jouent et se bagarrent entre eux, augmentant ainsi leur dépense énergétique. S'il n'est pas souvent possible d'avoir plusieurs animaux en même temps, il peut tout de même être conseillé de passer plus de temps en présence de son animal pour le stimuler à jouer, ou alors de prévoir

lors d'une balade une rencontre avec des compagnons de jeux pour le chien (120) (167). A l'heure actuelle, il manque des études indiquant le type, la durée, l'intensité et la fréquence des exercices physiques à recommander pour la prévention et le traitement de l'obésité.

En médecine vétérinaire équine, tout comme en médecine humaine, la dépense énergétique est fonction de l'intensité et de la durée de l'effort. Son estimation est essentielle dans le cadre de la prise en charge physique d'un cheval obèse pour savoir dans quel sens se trouve l'équilibre énergétique. Malheureusement, elle ne peut être qu'estimée par d'autres méthodes de quantification telle que l'intensité de l'effort. (194)

L'intensité de l'effort, quant à elle, peut être calculée notamment en pourcentage de fréquence cardiaque maximale (% FC max) ou en pourcentage de consommation maximale d'oxygène (% VO₂ max). La mesure du % VO₂ max sur un cheval au travail est difficilement réalisable en pratique à cause du débit ventilatoire considérable (1500 L/min) qui pose des problèmes d'instrumentation. Le raisonnement ici est en intensité relative et non absolue (quantité d'énergie dépensée pendant une période de temps donnée) ce qui permet de prendre en compte les différences interindividuelles de composition corporelle, de sexe et d'aptitude aérobie (194). La mesure du % FC max est quant à elle plus simple et reproductible car elle n'est pas invasive pour un cheval à l'exercice. Elle permet d'estimer la consommation d'oxygène car ces deux grandeurs sont proportionnelles tant que la puissance de l'effort reste sous-maximal. Toutefois, l'estimation de l'intensité de l'effort ne s'effectue que sur la capacité aérobie du cheval, ce qui correspond à un effort très intense mais de courte durée. Pour mesurer la capacité anaérobie d'un cheval au travail, qui correspond à un effort d'intensité modérée mais de longue durée, le paramètre à analyser est la lactatémie sanguine. Il suffit pour cela de prélever quelques gouttes de sang à la veine jugulaire, et la valeur est connue grâce à un appareil de mesure portatif. Enfin, la mesure de la puissance développée par le métabolisme anaérobie alactique n'est pas quantifiable par des mesures simples réalisables sur le terrain (17). Les paramètres mesurables sur le cheval après l'effort sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Les différents indicateurs d'intensité du travail (194)

Intensité	% VO ₂ max	Lactatémie (mmol/l)	Fréquence cardiaque (bpm)
Faible	< 55 %	< 2	< 100
Modérée	55 %	2 à 4	120 à 150
Importante	80 à 100 %	> 4	> 150

Le tableau suivant indique la dépense énergétique que représentent différentes intensités de travail.

Tableau 17 : Les besoins énergétiques du cheval en fonction de la vitesse et de l'intensité du travail (124) (ED = énergie digestible, EN = énergie nette, UFC = unité fourragère cheval)

Allure	Vitesse		ED/h/kg de poids vifs	ED/h (cheval de 440kg + cavalier 70kg)	ED/h (cheval de 440kg)	EN UFC/h	Type de travail
	m/min	Km/h					
Pas	95	6	2,5 kcal	1,275 Mcal	1,100 Mcal	0,5 UFC/h	Très léger
Petit trot	200	12	6,5 kcal	3,315 Mcal	2,860 Mcal	1,5 UFC/h	Léger
Trot moyen	250	15	9,5 kcal	4,845 Mcal	4,180 Mcal	2 UFC/h	Moyen
Trot rapide/galop lent	300	18	13,7 kcal	6,987 Mcal	6,028 Mcal	2,5 UFC/h	Moyen
Galop moyen	350	21	19,5 kcal	9,945 Mcal	8,580 Mcal	3 UFC/h	Intense

Il apparait donc qu'un travail léger dans le cadre d'une perte de poids peut s'effectuer au pas et au petit trot. Il reste alors la durée de l'effort à définir, qui est fonction de la tolérance du cheval au travail ainsi que de la sévérité de son obésité (NEC). De plus, il est important de prendre en compte la nature du terrain sur lequel l'animal évolue. En effet, la charge de travail est plus importante sur sol mou (114). Ainsi, il faut veiller à ne pas faire travailler un individu obèse sur un sol trop mou, en tout cas dans un premier temps. De même, il semblerait que le poids du cavalier ait une influence sur la force exercée au sol par les sabots, notamment sur les membres antérieurs, ce qui pourrait créer à terme des lésions ostéoarticulaires (39). Enfin, une météo chaude et humide est également à éviter car cela affecte grandement la capacité de

thermorégulation des chevaux pendant l'effort, ainsi que leur capacité de récupération après la séance (2).

Malheureusement, tout comme en médecine vétérinaire canine, nous n'avons pas à disposition de protocoles types pour le travail d'un cheval obèse dans le but de perdre du poids. Cependant, un effort de faible intensité mais sur une durée assez longue semble le meilleur compromis, en évitant les sols trop mous et les conditions climatiques trop chaudes et humides. On peut ainsi imaginer, pour débiter, de réaliser des balades ou un travail en carrière au pas actif de 15 à 20 minutes, puis de rallonger progressivement la durée des séances en incluant le travail au petit trot. Lorsque le cheval sera à l'aise avec ce type d'effort, il sera alors possible d'intégrer progressivement le galop. Enfin, tout comme chez le chien, la nage ou la marche sur tapis roulant immergé est tout à fait indiqué dans ce genre de prise en charge puisqu'elle permet de travailler le cheval tout en soulageant les articulations du poids du corps. Toutefois, certaines contre-indications à ces pratiques existent et seront développées ultérieurement. Là encore, l'implication du propriétaire est essentielle dans la gestion de l'obésité de leur animal.

4. Les thérapies alternatives indiquées pour augmenter l'activité physique

L'acupuncture est impliquée dans le système de régulation neuroendocrine en agissant sur les centres de la faim et de la satiété situés dans l'hypothalamus. On observe alors une inhibition du centre de la faim et une stimulation du centre de la satiété, avec une action plus longue sur ce dernier. Enfin elle désensibiliserait ou diminuerait le nombre de récepteurs au glucose dans le centre de la faim, impliqué dans le rétrocontrôle négatif sur la prise alimentaire. Elle exciterait ainsi le centre de la satiété permettant la libération de catécholamines et de cortisol par les surrénales pour augmenter la consommation de glucose sanguin et éliminer les graisses par lipolyse. L'électro-acupuncture augmenterait la production de facteurs anorexigènes dans le noyau du tractus solitaire et du noyau hypoglosse provoquant une baisse de la prise alimentaire (91). L'acupuncture agit également en stimulant la branche auriculaire du nerf vagal (208) et en augmentant les niveaux de sérotonine. Cela a pour conséquence d'améliorer le tonus dans le muscle lisse de l'estomac et supprime ainsi l'appétit. De plus, l'insuline et la ghréline, qui modulent l'appétit, peuvent être régulées par cette méthode (74). Enfin, un

traitement de 4 semaines permettrait un remodelage des tissus adipeux blancs en tissus adipeux brun à travers l'induction d'une protéine de découplage UCP-1 (177). En outre, l'acupuncture permet également d'ajuster la flore intestinale en créant un équilibre entre le cerveau, l'intestin et les bactéries (31).

La physiothérapie, quant à elle, est « l'utilisation des thérapies naturelles, d'exercices physiques ou d'agents physiques, comme la chaleur, le froid, l'eau, l'électricité et l'ultrason dans le but d'obtenir le rendement fonctionnel maximal des diverses capacités d'un individu » (31). Ce sont des méthodes alternatives indiquées dans le cadre de la perte de poids, notamment chez le chien obèse. En effet, une étude vétérinaire, comparant la perte de poids avec un régime seul et un régime associé à de la physiothérapie, a montré que la perte de poids est plus grande avec la physiothérapie (13,9% contre 12,9 %) (110) (195). Cette technique agit en augmentant la circulation sanguine et lymphatique, en minimisant l'atrophie musculaire et en prévenant la contraction périarticulaire. De plus, elle a aussi une influence psychologique positive à la fois sur l'animal et sur le propriétaire. On observe alors une réduction de la douleur, une baisse de l'inflammation, une amélioration de l'équilibre, une augmentation de l'amplitude des mouvements et une prévention des spasmes musculaires. Souvent, elle permet de réduire la dose d'analgésiques en gardant le même confort pour l'animal. Plus la physiothérapie est intensive et plus la perte de poids est importante (31) (137). De même, la kinésithérapie active peut être utilisée chez des chiens atteints d'obésité avec des exercices sollicitant peu les articulations tels que la marche en laisse, la marche dans l'eau ou la nage. L'hydrothérapie est le moyen idéal pour réaliser un effort important tout en soulageant les articulations des contraintes liées au poids. En revanche, il faut proscrire toutes activités brutales comme la course, les sauts et les changements de direction rapides qui seraient délétères pour les articulations déjà fortement sollicitées par le surpoids (110).

C. L'accompagnement psycho-comportemental de l'obésité

Les interventions psycho-comportementales font partie intégrante de la prise en charge non médicamenteuse des patients obèses. Elles viennent en complément des interventions diététiques et de l'activité physique.

1. En médecine humaine

a) Les objectifs de la prise en charge psychologique du patient obèse

La recherche et l'identification des troubles psychologiques et des pathologies psychiatriques sous-jacentes est importante car ils peuvent représenter des obstacles à l'efficacité du traitement. La thérapie comportementale s'effectue en plusieurs étapes que sont :

- Le diagnostic du comportement alimentaire et un repérage des éléments contribuant à l'obésité. C'est l'analyse fonctionnelle.
- La définition des objectifs du traitement
- La mise en œuvre d'un programme thérapeutique
- La phase de l'évaluation des résultats (13) (104).

Deux approches sont utilisées dans la gestion des troubles du comportement alimentaire. La première consiste à promouvoir les techniques de contrôle du stimulus. Ces techniques ont pour but de contrôler la vitesse des prises alimentaires, de les cantonner dans des lieux précis, à des moments précis et d'éliminer celles automatiques et incontrôlées, afin de diminuer les pertes de contrôle. Plusieurs consignes sont utilisées afin de mieux organiser et de mieux structurer les prises alimentaires : manger assis, avec des couverts et une assiette, ne rien faire d'autre en mangeant, manger plus lentement, planifier les prises alimentaires, ranger les aliments tentateurs hors de vue, éviter de faire les courses l'estomac vide, réduire la consommation de chaque aliment sans supprimer les aliments préférés (13) (104) (171).

La deuxième approche est de privilégier le travail sur la restriction cognitive. Cette approche a pour but de permettre la réintroduction des aliments considérés comme interdits par le patient mais sur lesquels il craque régulièrement, et de lever le sentiment de culpabilité occasionné par ces prises alimentaires. Le thérapeute peut alors demander au patient de repérer et de noter le discours intérieur qu'il se tient à cette occasion. Il s'agit le plus souvent de craintes paniques de grossir ainsi que de pensées de dévalorisation liées à l'idée de faute et de péché (13) (104).

b) Les déclencheurs de la prise alimentaire chez les patients obèses

L'auto observation des comportements, en particulier des conduites alimentaires, est l'élément de référence de l'approche cognitivo-comportementale (50). Il s'agit d'objectiver les situations ou cognitions déclenchant des prises alimentaires. Certaines personnes mangent en réaction à des émotions négatives telles que la déception, l'ennui, la nervosité. D'autres mangent en réaction à des incitants externes tels que l'odeur, la présentation attrayante, et la facilité d'accès des aliments (79) (171).

c) L'efficacité de la prise en charge psychologique

Il semblerait qu'une prise en charge comportementale et nutritionnelle associées à la mise en place d'une activité physique permette une perte de poids plus importante qu'une prise en charge nutritionnelle et une augmentation de l'activité physique seules. De plus, cette thérapie comportementale a d'autant plus d'influence sur la perte de poids qu'elle est fréquente (79) (176).

En outre, la prise en charge comportementale semble prévenir la reprise de poids. En effet, une étude néerlandaise a testé l'addition d'une thérapie cognitive au traitement diététique de l'obésité pour prévenir la reprise de poids. Le but de la thérapie cognitive était d'identifier et de modifier les dysfonctionnements relatifs à l'alimentation et au contrôle du poids ainsi que les schémas relatifs à la confiance en soi et aux croyances personnelles. Les principaux résultats à long terme (1 an après la fin de l'intervention) ont été que la thérapie cognitive a empêché la reprise de poids et a entraîné une diminution des prises alimentaires et des préoccupations concernant le poids par rapport à une intervention basée sur l'activité physique. Dans le groupe dont la prise en charge était seulement nutritionnelle et sportive, les patients ont repris 25 % de leur perte de poids. Enfin, les thérapies de groupe semblent plus efficaces que les thérapies individuelles pour le contrôle du poids chez les patients souffrant d'obésité (79) (154). En outre, la thérapie cognitive a prouvé son efficacité même sur des patients non atteints de troubles alimentaires (198).

2. En médecine vétérinaire canine

a) Les troubles quantitatifs du comportement alimentaires chez le chien

Tout comme en médecine humaine, la boulimie se définit en médecine vétérinaire comme une sensation de faim excessive et un besoin d'absorber une grande quantité d'aliment, tandis que la polyphagie correspond à un besoin excessif de manger sans sensation de satiété. La boulimie peut être due à des causes médicales telles que les dysendocrinies, une tumeur du diencephale ou un traumatisme pouvant léser le centre de la satiété ou encore des traitements à base de corticoïdes, de diazépam et d'acétate de mégestrol par exemple (84). Néanmoins, elle peut également être due à des causes comportementales (146).

Tout d'abord, il existe des polyphagies comportementales non pathologiques. C'est le cas lorsque l'animal est exposé à une nourriture trop appétente ou que le propriétaire fait preuve de méconnaissance du comportement alimentaire de son animal (84). De plus, l'ennui chez un chien qui reste seul à la maison toute la journée dans un environnement peu enrichi peut le conduire à manger pour pallier au manque d'activité. Enfin, le propriétaire qui, par manque de connaissance, interprète chaque sollicitation de son animal comme une réclamation de nourriture, et qui y répond, peut rendre son animal polyphage (146).

Lorsque la boulimie est d'origine comportementale et pathologique, celle-ci tire son origine de trois phénomènes : la dépression chronique, l'anxiété et enfin le syndrome d'hypersensibilité-hyperactivité (Hs-Ha). Dans les deux premiers cas, la boulimie agit comme une activité substitutive. Néanmoins, dans le cas de dépression chronique, la boulimie peut parfois laisser place à de l'hyporexie. Dans le syndrome Hs-Ha, l'hyperphagie provient d'une activité motrice perpétuelle, et les patients montrent en fait une absence de satiété (146).

b) Les traitements des troubles quantitatifs du comportement alimentaire

Si l'aliment donné au chien est trop appétent, il est conseillé de changer pour un aliment qui l'est moins et à densité énergétique plus faible. Ainsi, une ration moins riche en lipides et en protéines devrait améliorer ce comportement. De plus, afin de pallier à l'ennui lors des absences du propriétaires, un enrichissement de l'environnement de l'animal est primordial

(146). Il est important de laisser des jeux à disposition dans la maison afin que le chien puisse avoir une activité, non pas physique, mais mentale durant l'absence du propriétaire. De plus, une longue balade le matin avant de partir au travail peut permettre au chien de se dépenser physiquement, et donc d'être plus calme de retour à l'intérieur. Si possible, une courte balade le midi, associée au jeu peut lui être bénéfique afin de se dépenser et de rester sage tout l'après-midi. Tout ceci est toutefois à mettre en relation avec la race, l'âge, le caractère et les besoins intrinsèques du chien.

En ce qui concerne des troubles du comportement alimentaire pathologiques, plusieurs options médicamenteuses existent. La clomipramine (Clomicalm ND) et la fluoxétine (Reconcil ND) sont des anti-dépresseurs utilisés contre l'anxiété de séparation. Elles possèdent un effet anti-dépresseur et diminuent l'impulsivité et l'agressivité (58) (59). La sélégénine (Selgian ND) s'utilise lors d'états dépressifs, dans le cas d'anxiété permanente et lors de syndrome Hs-Ha (7). Enfin, l'usage de phéromones de synthèse sous forme de diffuseur peut également être envisagé dans le cas de boulimie.

3. En médecine vétérinaire équine

En médecine vétérinaire équine, aucune étude n'a révélé à ce jour de troubles spécifiques du comportement alimentaires tels que décrits en médecine humaine et canine, qui pourraient expliquer une prise de poids du cheval obèse. Toutefois, à partir d'informations concernant la physiologie alimentaire du cheval, il est possible d'entrevoir quelques facteurs comportementaux favorisant la prise de poids.

a) Le comportement alimentaire du cheval dépend de la composition de sa ration

Le cheval est un herbivore qui, lorsqu'il est en pâture, passe 15 à 16h de sa journée à manger. A l'état naturel, son alimentation est uniquement composée d'herbe (162). Cependant, lorsque le cheval vit au box, elle est constituée de fourrages tels que le foin ou l'enrubanné (composés majoritairement de fibres), ainsi que des concentrés qui apportent de l'énergie sous forme de glucides, lipides, et protéines. La part de concentrés et de fourrages dans l'alimentation du

cheval est fonction notamment du statut physiologique ainsi que de son activité physique, et donc de ses besoins énergétiques (12).

Au pâturage, les plantes de la famille des Graminées sont les plus recherchées par le cheval. Le mélange d'espèces végétales est également important (fléole des prés, fétuque, pâturin ...). Les légumineuses telles que le trèfle et la luzerne sont aussi appréciées (199). De plus, la taille de l'herbe est un élément majeur dans le choix alimentaire du cheval. Celui-ci préfère manger les plus petites herbes présentes car elles correspondent aux jeunes pousses sucrées (12) (62).

Au box, la composition de la ration a une influence sur la durée d'ingestion des aliments. En effet, l'ingestion de foin est longue et doit être d'au moins 6-7 heures pour permettre une utilisation correcte des fourrages via la mastication et couvrir les besoins d'entretien (162). A l'inverse, la durée d'un repas à base de granulés n'excède pas 30 min et dépend en grande partie du tempérament du cheval (3). Ainsi, celui-ci peut être très « glouton » avec les concentrés. L'alimentation à base de floconnés permet, quant à elle, d'augmenter le temps d'ingestion, car la ration est plus volumineuse (12). Enfin, l'huile de maïs limite l'ingestion. En général, l'ajout d'huile dans la ration (aliment concentré) a pour conséquence d'augmenter l'intervalle entre les repas et de diminuer la quantité ingérée lors du repas suivant (165). Il est préférable d'assurer une durée de mastication d'au moins 4 à 5 heures par jour afin de préserver l'équilibre psychologique du cheval. Le poney, lui, présente une mastication plus brève en raison de tables dentaires plus courtes et moins efficaces que le cheval (162). La durée d'ingestion est donc réduite chez le poney pour la consommation d'un même aliment. Il faut alors privilégier une alimentation riche en fibres plutôt que les concentrés pour favoriser une durée d'ingestion plus longue. Ceci est également important compte-tenu de leur tendance à la prise de poids (12).

b) Le comportement alimentaire est fonction de stimuli physiologiques

Il existe des stimuli gastro-intestinaux jouant un rôle important dans l'initiation de la prise alimentaire. Ainsi, la sensation de satiété semble être obtenue lorsqu'une certaine concentration d'acides gras, de glucose et d'insuline plasmatique est atteinte, et si ce n'est pas le cas, le cheval continue de manger (166) (165). De plus, l'initiation du comportement alimentaire est en corrélation avec le temps requis pour digérer puis absorber les substances

nutritives dans l'intestin. Pour favoriser la digestion, le cheval choisit de retarder son prochain repas plutôt que de diminuer les quantités d'aliment ingérées par repas (12) (164).

Le mode de conservation des fourrages influence également le choix du cheval. En proposant à la fois du foin, de l'enrubanné et de l'ensilage, le cheval s'oriente préférentiellement vers ce dernier (12). Le goût est un critère déterminant dans les choix alimentaires des équidés. En effet, son temps de mastication étant long, il prête une attention particulière à la saveur de l'aliment qu'il consomme. Il apprécie surtout le sucré, tandis qu'il rejette les aliments trop salés, acides ou amers (162). De plus, le cheval est un animal très sélectif et peut parfois être néophobe, mais cette qualité n'est pas toujours mise à profit lorsque le cheval se trouve face à un aliment toxique tel que le Sénéçon de Jacob (164). Le poney se distingue du cheval par une méfiance encore plus grande vis-à-vis d'un aliment nouveau ou peu appétent, allant jusqu'à un refus total. Ceci l'expose à de plus grands risques d'accidents graves tels que l'amaigrissement brutal ou l'hyperlipémie, qui s'inscrit très souvent dans un contexte de surpoids (162). L'odeur est également un stimulus important régissant la prise alimentaire du cheval. Par exemple, le rejet des zones de pâture souillées par les crottins est probablement lié à l'odeur (12) (199).

Le moment de la journée est aussi un facteur déclenchant ou non la prise alimentaire chez le cheval. En effet, il l'organise en deux "grands repas" qui correspondent à ceux qui suivent la mise en place de l'aliment, ainsi qu'en plusieurs "petits repas". Au pâturage, les petits repas se répartissent entre le jour et la nuit mais la durée d'ingestion nocturne peut atteindre 33% de la durée totale (52). Au cours de la période nocturne, les chevaux mangent plutôt en début de soirée et vers 5h du matin. La restriction alimentaire provoque une diminution du nombre total de repas ainsi qu'une augmentation de la durée des grands repas, qui représentent alors 70% de la durée d'ingestion totale. De plus, la durée d'ingestion nocturne a tendance à diminuer lorsque la distribution de foin est rationnée. La diminution de la durée de l'ingestion est contrebalancée par une augmentation de la durée des phases de sommeil (49). Au box, la nature de la litière a une influence sur la répartition des activités nocturnes puisque la présence de paille favorise le comportement d'ingestion sans augmenter le temps d'ingestion total, et les périodes de sommeil. Au contraire, des copeaux favoriseraient d'autres comportements tels que les stéréotypies (75).

Enfin, le comportement alimentaire du cheval est rythmé par les saisons. En été, les chevaux mangent moins et choisissent leurs aires de pâturage en fonction du stade de croissance des fourrages et des zones ombragées. De plus, ils broutent plutôt aux heures « fraîches », à savoir en fin de journée (18h). En hiver, la présence de fourrages est le facteur limitant pour les chevaux en pâture. Ils passent donc une plus grande partie de leur temps à la recherche de nourriture, ce qui augmente la dépense énergétique. Ainsi, l'une des particularités du poney, est la présence d'un hypométabolisme lors de la période hivernale, qui les rend plus résistant à l'amaigrissement même en hiver (26).

c) Les conséquences du mode de vie sur le comportement alimentaire du cheval

Le mode de vie imposé par la domestication du cheval peut entraîner certains troubles du comportement alimentaire, bien qu'ils ne soient pas aussi bien définis qu'en médecine humaine ou en médecine vétérinaire canine. La « boulimie » concerne les chevaux désœuvrés et on observe principalement une consommation accrue de paille ou de litière qui provoque une distension abdominale importante, défavorable à la pratique sportive ou à une bonne digestion. Il faudra accorder une attention particulière à ce phénomène dans le cas de chevaux obèses qui subissent une restriction alimentaire parfois importante. De même, le pica, défini par l'ingestion de substances non alimentaires (bois, terre, chiffon...) peut entraîner une intoxication de l'animal (Seneçon de Jacob dans les prairies par exemple). Une forme de pica particulière est la coprophagie, induite généralement par un déséquilibre alimentaire difficile à caractériser. Enfin, les stéréotypies, qui sont apparentés à des désordres psychologiques, peuvent également être observés en cas de mauvaise alimentation. Il peut s'agir du « tourner en rond », « tic de l'ours », « tic de l'encensoir », « tics aérophagiques » ou encore « tic à l'appui ». Tous ces troubles peuvent avoir lieu en cas d'erreur de rationnement des chevaux, ou lors d'une restriction alimentaire dans le cadre de la gestion du cheval obèse (162).

Bien qu'il soit impossible de modifier certains paramètres du milieu de vie (saison ou moment de la journée) sur l'ingestion de nourriture, ou encore les infrastructures dans lesquelles vit le cheval, les propriétaires ont quand même quelques moyens d'agir concernant la perte de poids d'un cheval obèse. En effet, l'apparition d'un trouble du comportement nécessite une réévaluation de la ration du cheval, en privilégiant l'apport de fourrage. De plus, le cheval

étant un animal sélectif et très sensible au goût et à l'odeur de sa nourriture, il convient de donner un foin nutritionnellement pauvre mais qui demeure avec de bonnes qualités organoleptiques afin d'encourager l'ingestion. Pour les chevaux en surpoids ou obèses vivant au box, on préférera le mettre sur paille, qui constituera une partie de sa ration alimentaire, plutôt que sur copeaux. La longueur des fibres du foin doit également être prise en compte : elles doivent être les plus longues possible afin de favoriser la mastication et de répondre aux besoins primaires du cheval de manger une bonne partie de la journée. De plus, il est préférable d'éviter les milieux de vie stressants, d'autant plus chez le cheval obèse, qui, par des mécanismes compensateurs, pourra alors être amené à augmenter sa quantité de nourriture ingérée ou développer des stéréotypies. Enfin, dans le cadre de la perte de poids, le propriétaire doit veiller à ne pas imposer au cheval une restriction alimentaire trop importante afin d'éviter tout comportement de pica, lié à la frustration du manque de nourriture ou des douleurs digestives (199) (162).

V. La balnéothérapie comme traitement du surpoids ou de l'obésité

Après avoir vu les trois axes de la prise en charge du surpoids et de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval (nutritionnelle, sportive et psycho-comportemental), nous allons nous intéresser dans cette dernière partie à l'usage de la balnéothérapie dans le cadre de la prise en charge de l'obésité. Le but de cette partie est d'apporter quelques éléments de réflexion sur son utilité potentielle, en particulier dans l'espèce équine, pour laquelle son utilisation n'est pas encore très répandue pour cette indication. Selon le dictionnaire Larousse, la balnéothérapie est définie comme le « traitement par les bains du corps entier ou d'une de ses parties ». Ainsi, dans cette étude, on inclut dans cette définition la nage, ainsi que la marche sur un tapis roulant ou dans un marcheur immergé.

A. Les principes physiques mis en jeux lors de l'immersion dans l'eau

1. Les différentes forces s'appliquant à un corps immergé

a) La pression hydrostatique

La pression hydrostatique est définie comme étant le poids exercé par une colonne d'eau sur un centimètre carré à une profondeur donnée. Celle-ci est la même en tout point d'un plan horizontal et augmente avec la profondeur. Ainsi, la pression hydrostatique est plus de dix fois plus importante à 1 mètre qu'à 10 cm de profondeur, ce qu'illustre la figure 10 (134) (153) (98).

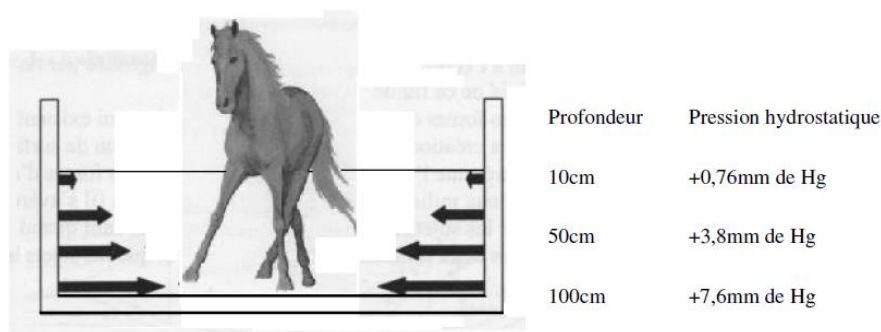


Figure 11 : Augmentation de la pression hydrostatique en fonction du niveau d'immersion chez le cheval (134)

b) Le poids

Tout objet est soumis à la force d'attraction terrestre ou pesanteur. Elle se traduit par le poids (P), force verticale, orientée du haut vers le bas, et s'appliquant au centre de gravité (G) de l'objet. Exprimé en Newton (N), le poids est défini par la relation (134) (153) (183) :

$$P = m \times g$$

Où m est la masse du corps (en kg)

Et g la constante de gravitation sur la terre, égale à 9,81 N/kg.

Le centre de gravité est le point d'application de la résultante des actions de pesanteur sur tous les points du corps. Chez l'Homme, il est admis qu'il se situe au niveau de la ceinture pelvienne un peu en avant de la deuxième vertèbre sacrée (morphologiquement, vue de face à environ deux à trois travers de doigts en dessous de l'ombilic). Le centre de gravité du cheval, quant à lui, se situe au niveau de la 13ème vertèbre, sur une ligne joignant la pointe de l'épaule à la pointe de la hanche, soit, selon la morphologie du cheval, plus ou moins sur la ligne du passage de sangle, un peu en arrière du garrot (figure 11) (57). Par analogie, on considère que le centre de gravité du chien se situe au même endroit que celui du cheval (134).

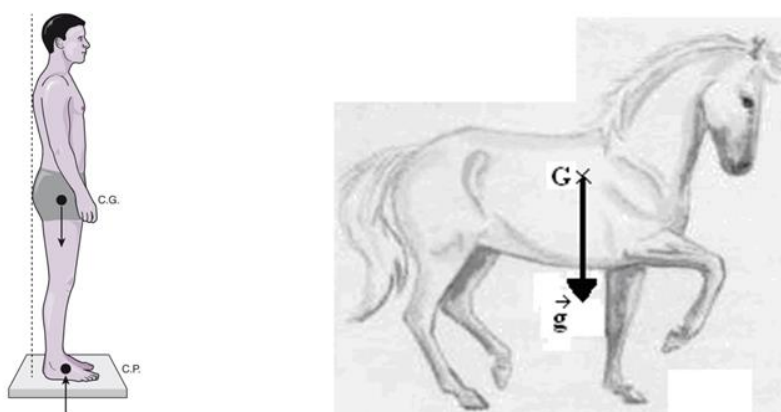


Figure 12 : Illustration du centre de gravité chez l'Homme et chez le cheval et application de leur poids (134)
(72) CG= centre de gravité, CP = centre des pressions

c) Le principe d'Archimède

En milieu aquatique, en plus de son poids, le corps se trouve soumis à une nouvelle force, la poussée d'Archimède, dont le principe s'énonce ainsi : « Tout corps plongé dans un fluide, entièrement mouillé par celui-ci ou traversant sa surface libre, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et égale au poids du volume de fluide déplacé. Cette force est appelée poussée d'Archimède » (134) (153) (183).

Cette force s'exerce au centre de gravité A du volume déplacé (figure 12) qui, notons-le, est quelque peu différent du centre de gravité (sauf pour un solide homogène et symétrique). L'intensité de cette poussée est exprimée par la formule suivante (134) :

$$F = \rho \times V \times g$$

Où ρ est la masse volumique (kg/m^3) du liquide déplacé

V son volume (m^3)

Et g la gravité (N/kg). F s'exprime en Newton (N)

Cette poussée d'Archimède correspond en fait à la résultante des forces de pressions hydrostatiques exercées en tous points du corps immergé.

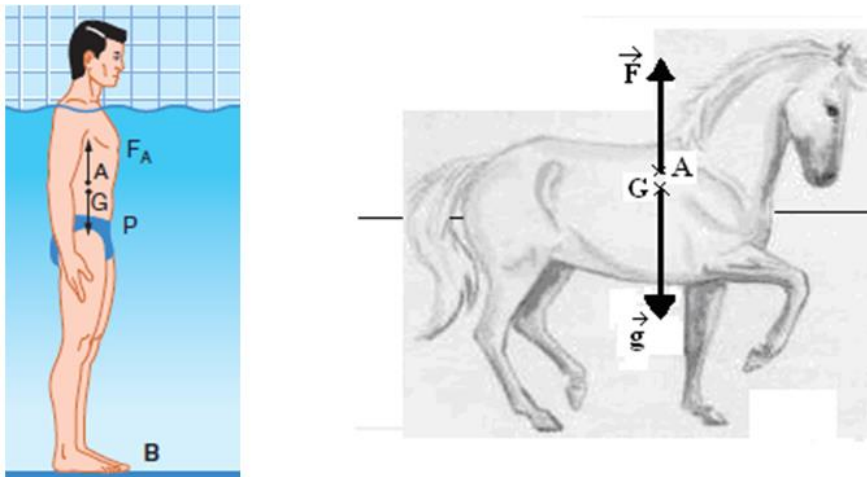


Figure 13 : Illustration de l'application des forces de pesanteur et la poussée d'Archimède chez l'Homme et le cheval (134) (98)

d) Notion de poids apparent

En milieu aquatique, la notion de poids apparent (P_a) vient se substituer à celle de poids propre. Il est défini par la force résultant de la somme algébrique de la pesanteur (ou poids propre, P) et de la poussée d'Archimède (F). Sa valeur algébrique s'écrit alors (134) (183) (98) :

$$P_a = P - F$$

Pour un individu donné, l'allègement du poids du corps augmente de façon proportionnelle avec le niveau d'immersion, puisque la pression hydrostatique augmente avec la profondeur, et que la poussée d'Archimède est la résultante des forces de pressions hydrostatiques appliquées en tout point d'un corps (134) (183).

Chez l'Homme, la répartition du poids apparent en fonction de la profondeur d'immersion s'effectue de la manière suivante (figure 13) :

- Si le sujet n'a pas pied : son poids apparent varie avec sa respiration. Il est environ de zéro kilogramme.
- En immersion jusqu'à la fourchette sternale, le poids apparent est de 6 à 10 % du poids propre
- En immersion jusqu'au mamelon, le poids apparent est de 15 à 30 % du poids propre
- En immersion jusqu'au pubis, il est de 50 à 80 % du poids propre (183).

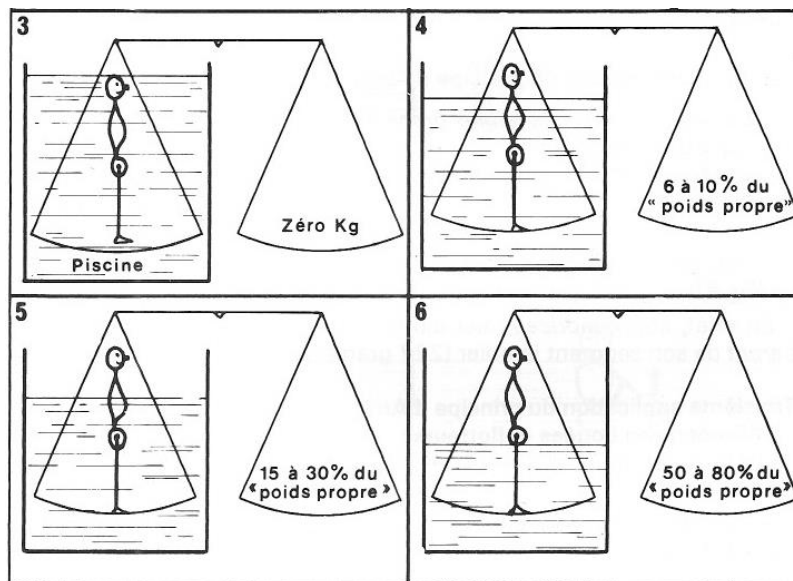


Figure 14 : Illustration du poids apparent chez l'Homme en fonction du niveau d'immersion (183)

Le chien, quant à lui, supporte 91% de son poids lorsque l'eau monte jusqu'au tarse, 85% lorsqu'elle est à la hauteur du genou et 38% lorsqu'elle atteint la hauteur de la hanche (110) (153) (107) (106).

Chez un cheval de 500 kg, on pourra considérer approximativement que l'immersion jusqu'à la tubérosité ischiatique verra son poids diminué de 75% et possèdera donc un poids apparent de 125kg (134).

Le poids apparent dépend également de la morphologie de l'animal. En effet, deux individus ayant le même poids propre n'auront pas nécessairement le même poids apparent en fonction de leur taille. Leur poids apparent respectif sera alors inversement proportionnel à leur densité (134). Cette notion de poids apparent a une importance fondamentale en rééducation, puisque c'est elle qui permet de comprendre l'allègement du poids du corps, très intéressant en particulier dans le traitement de lésions des membres (153).

e) Flottabilité et poids spécifique

Alors que le poids apparent s'avère être une notion très intéressante lorsque l'Homme ou l'animal a pied, il ne reflète pas la flottabilité réelle de ces derniers lorsque ce n'est plus le cas. Il faut alors avoir recours à la notion de poids spécifique. La flottabilité d'un corps fait

intervenir les masses volumiques, à la fois du corps immergé et du liquide dans lequel il se trouve. Le poids spécifique (P_s) d'une substance est défini par (134) :

$$P_s = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$$

Où ρ est la masse volumique du corps

Et ρ_{eau} est la masse volumique de l'eau

Il est également possible de raisonner en densité (d), car masse volumique et densité sont liées par la relation :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{eau}} \text{ \AA } 4^\circ\text{C}$$

Ainsi (107) :

- Si le poids spécifique d'une substance est supérieur à 1 : le corps coule en l'absence de mouvement
- Si le poids spécifique d'une substance est inférieur à 1, le corps flotte
- S'il est égal à 1, le corps reste en équilibre dans la position dans laquelle on le laisse.

Or il faut souligner que la flottabilité des différentes parties d'un corps n'est pas identique. En effet, les poids spécifiques de la graisse, du muscle et de l'os sont respectivement de 0,8, 1 et 1,5 à 2 (107). Concrètement, sur un animal, la tête et les membres auront tendance à couler alors que la cage thoracique aura une flottabilité plus importante. Cette dernière contenant principalement les poumons, un animal en inspiration flottera plus aisément, car aura une densité globale plus faible, qu'en expiration (153).

f) Equilibre dans l'eau

Un corps immergé, donc soumis à la pesanteur et à la poussée d'Archimède, devrait logiquement se stabiliser à un niveau variable d'immersion, en fonction de sa flottabilité. Cependant, pour qu'il y ait équilibre, il faudrait que les centres d'application de ces deux

forces opposées soient confondus, ou alignés sur une même verticale. Or c'est rarement le cas. Comme évoqué plus haut, chez un cheval, les structures denses que sont les membres, la tête et l'encolure ont tendance à couler alors que le thorax, peu dense, à tendance à flotter. Ainsi se crée un couple de redressement tel que l'animal, s'il ne bougeait pas, s'orienterait vers un équilibre se rapprochant de la verticale, la croupe tombant au fond, de façon à ce que le centre de gravité et le centre de poussée soient alignés sur une même verticale (134) (107).

g) Résistance hydrodynamique

Il est plus difficile de marcher dans l'eau que dans l'air (153). En effet, un corps en mouvement dans de l'eau stagnante entraîne des frottements et des turbulences. Ainsi, un corps en mouvement dans l'eau va subir de la part de cette dernière une résistance qui s'oppose à son avancement (183). On peut décomposer les résistances à l'avancement comme suit :

- Traînée de forme : ce sont des résistances liées à la position plus ou moins horizontale du corps dans l'eau, associée aux mouvements latéraux et surtout verticaux qui font occuper au corps plus d'espace.
- Traînée de vague : la progression d'un corps à la limite de deux milieux (eau et air) crée des vagues plus ou moins importantes en fonction de sa forme, de sa vitesse et de ses mouvements latéraux et verticaux. La vague frontale crée une zone de haute pression devant le corps en mouvement qui le freine et qu'il va devoir traverser (107).
- Traînée de frottement : le frottement entre la peau et l'eau fait que cette dernière entraîne avec elle quelques molécules d'eau. Celles-ci entrent en collision avec d'autres immédiatement en avant d'elles et rebondissent dans des directions aléatoires. Cela provoque une turbulence qui va en s'élargissant et qui augmente la traînée, qui est fonction de la surface de frottement, la vitesse et la rugosité de la surface corporelle (134) (107).

Parmi les phénomènes créant une résistance aux déplacements dans l'eau, il faut également prendre en compte les turbulences (153). Elles n'existent que pour des objets non hydrodynamiques et au-delà d'une vitesse seuil (183). Cette dernière est fonction de la viscosité du milieu. Classiquement, on considère que 10% de la résistance au déplacement

dans l'eau sont dus à la vague résultant du flux d'eau déplacé, tandis que 90 % sont dus aux turbulences (98).

h) Transferts d'énergie thermique dans l'eau

Dès que la température d'un corps et celle du milieu avec lequel il est mis en contact sont différentes, des échanges thermiques se produisent. Dans l'eau, tout comme dans les autres milieux, trois modes de transferts thermiques sont mis en jeu :

- La conduction : c'est un échange d'énergie par contact qui s'effectue du corps le plus chaud au corps le plus froid. Ce phénomène est dépendant de la conductivité du milieu. Ainsi, le refroidissement d'un corps dans l'eau est environ 25 fois plus rapide que dans l'air.
- La convection : c'est un transfert d'énergie qui s'accompagne d'un mouvement de molécules dans un fluide. Dans le cas de l'eau, on peut le représenter comme un renouvellement rapide des molécules d'eau refroidies/réchauffées au contact de la peau. Le gradient de température entre les deux corps est alors maintenu naturellement.
- Le rayonnement : tout corps dont la température est supérieure à 0° absolu émet des radiations électromagnétiques dont l'intensité et la longueur d'onde dépendent de la température. Ces radiations sont, dans le cas de la médecine humaine et vétérinaire, émises dans les infrarouges. Les échanges thermiques par rayonnement varient peu entre l'air et l'eau et sont minoritaires (134).

Les échanges thermiques sont intéressants à étudier afin de trouver la température idéale pour faire travailler un individu dans l'eau. Cependant, aucun consensus n'existe à ce sujet, et la température est à adapter en fonction de l'espèce considérée : environ 30°C pour l'Homme (98), 18°C pour le cheval (134) et 25°C pour le chien (107). Il faut trouver un bon compromis entre une eau trop froide qui serait délétère au patient, et une eau trop chaude qui permettrait le développement de microorganismes (134) (98).

2. Les réglages à effectuer en balnéothérapie qui découlent des principes physiques de l'eau

Le premier paramètre à régler est la hauteur d'eau. Comme vu précédemment, celle-ci va conditionner le soulagement de l'utilisateur sur ses aplombs ainsi que la force de résistance au déplacement et donc de l'intensité du travail à fournir pour le patient. Tout ceci dépend évidemment de l'affection traitée. Dans le cadre de la perte de poids chez un patient obèse, un compromis est à trouver entre soulager au maximum le poids sur les membres, ce qui nécessite une hauteur d'eau importante, et un exercice physique de faible intensité qui s'obtient avec une hauteur d'eau faible afin de minimiser la résistance au déplacement (134) (107).

Le deuxième paramètre est la température, qui conditionnera les échanges thermiques entre le patient et l'eau. Notons ici que le cheval a la particularité par rapport au chien ou l'Homme (chez lequel on peut monter jusqu'à 25°-28° en moyenne, voire jusqu'à plus de 35°C pour un bain chaud) (153) de transpirer par la peau de tout le corps et cela est essentiel pour sa thermorégulation. Une température trop élevée risque donc de perturber ce mécanisme et constituer un stress cardio-pulmonaire. A l'inverse cependant, une température trop basse, si ce n'est pas pour une indication spécifique, constitue un stress musculo-articulaire à l'origine de crampes, rétraction des tissus etc... (134) (107)

Dans le cas de l'utilisation de tapis roulant immergé, la vitesse de marche ainsi que l'inclinaison de la pente sont également des paramètres réglables (134), tout comme la durée de la séance, que ce soit sur un tapis ou dans une piscine.

3. L'intérêt de l'utilisation de l'hydrothérapie dans le cadre de la perte de poids

Tout d'abord, du fait de la poussée d'Archimède, le poids du corps dans l'eau est moins important. Cela permet une remise en charge et la pratique d'un exercice plus précoce (134) (98). De plus, la réduction du poids est fonction du niveau d'immersion. Dans le cadre d'une perte de poids, il est possible de commencer la reprise d'activité physique par une immersion avec un niveau d'eau élevé, puis progressivement une diminution de ce niveau, en vue d'une

réadaptation à l'exercice sur terre. Il est également possible grâce à la nage d'obtenir une suppression d'appui totale sur les membres, avec préservation de la masse musculaire (134).

Un des facteurs de prise de poids est la sédentarité, associée à une amyotrophie. Ainsi, bien que les patients obèses ne soient pas immobilisés complètement, le simple fait que l'exercice physique soit inexistant peut suffire à nuire au bon fonctionnement musculaire. On observe alors au niveau microscopique un remaniement essentiellement au détriment des fibres de type I (à contraction lente) et au profit des fibres de type II (à contraction rapide). Ainsi ce sont plutôt les muscles riches en fibre de type I qui sont le plus précocement touchées, dont les muscles antigravitaires, qui sont ceux pour qui la poussée d'Archimède est la plus favorable, en les inactivant. Ainsi, seulement les muscles concentriques travaillent, ce qui minimise les douleurs musculaires liées à la reprise d'une activité physique (107). Tous les muscles peuvent donc être remis à contribution précocement et de façon adaptée en fonction du niveau d'eau utilisée (134). De plus, la nage est associée à une dépense énergétique importante qui peut permettre à elle seule de faire maigrir un patient en surpoids ou obèse (153).

Les mouvements articulaires sont nécessaires à la nutrition du cartilage à partir du liquide synovial par imbibition. Ainsi lors de sédentarité, cette nutrition est perturbée. Il en résulte alors (134) :

- Une destruction du cartilage aboutissant au développement de l'arthrose
- Une fibrose et une rétraction des structures périarticulaires tels que les capsules, ligaments, aponévroses, fascias et tendons, entraînant une diminution de l'interligne articulaire et une ankylose.

Une remise en mouvement progressive et en douceur du patient est donc nécessaire afin de prévenir ou limiter les atteintes ostéoarticulaires (134) (98).

De plus, la sédentarité aboutit à un désentraînement cardio-respiratoire notable. La fréquence cardiaque maximale est atteinte à des vitesses plus faibles, marquant la perte de la condition physique et la diminution des performances notamment de la capacité aérobie. La poussée d'Archimède, en plus de permettre l'allègement du poids du patient, confère à l'eau des vertus cardiocirculatoires. En outre, une partie du sang qui circule dans les membres inférieurs subit

une certaine pression pour le ramener en direction du thorax grâce à la pression hydrostatique (22) (98). Enfin, la mise en mouvement précoce, favorisée par la pression hydrostatique, permettra le maintien d'un état cardio-respiratoire et métabolique convenable (134). D'ailleurs, cette presso thérapie comprime également les téguments et exerce un véritable drainage de la circulation veineuse de retour d'où le rôle favorable dans la diminution des œdèmes (22). Ce facteur peut être accru par l'utilisation de buses à hautes pressions en spa ou encore de contre-courants en marcheur. Soulignons ici l'importance de ce massage drainant pour le cheval, animal chez qui l'engorgement est fréquent et rapide, en relation avec l'absence de valves au niveau des veines des membres. Sur l'appareil respiratoire, la pression hydrostatique s'oppose à l'inspiration, engendrant ainsi un renforcement des muscles impliqués dans cette phase active de la respiration : intercostaux et diaphragme (30). Ceci est donc avantageux dans le cadre de la reprise d'une activité physique d'un patient intolérant à l'effort.

La balnéothérapie est également un moyen de soulager la douleur. Celle-ci est définie comme une « expérience » (aspect cognitif) et ne doit pas être confondue avec son support physiologique qu'est la nociception. Or, un patient obèse peut présenter des douleurs, notamment ostéoarticulaires, tendineuses et ligamentaires. Ainsi, cette douleur peut aller à l'encontre d'une reprise d'activité physique. Un cercle vicieux entre la douleur et la restriction physique s'enclenche. La balnéothérapie permet une diminution de la douleur ainsi qu'un retour à une activité adéquate. En effet, la réduction voire la suppression du poids du corps permet de soulager les douleurs ostéoarticulaires, ligamentaires et tendineuses. Cela permet également une remise en mouvement articulaire, limitant ainsi l'ankylose, et favorisant le drainage des tissus par une stimulation de la vascularisation. De plus, la pression hydrostatique engendrerait des stimulations cycliques perçues comme non nociceptives, interférant avec les stimulations nociceptives, et diminuant ainsi leur efficacité par augmentation des mécanismes du « gate control ». Aussi, l'effet massage-like de la pression hydrostatique, par l'intermédiaire de jets ou simplement par les mouvements réalisés par le patient lui-même, est à l'origine de la libération d'opioïdes endogènes, comme cela est observé au cours des massages classiques. Un autre avantage de l'effet massant est le drainage des déchets métaboliques tels que l'acide lactique par exemple. La température de l'eau peut également agir sur la douleur. Selon les principes de la cryothérapie, on peut bénéficier des propriétés de l'hydrothérapie froide pour réduire des douleurs aiguës. Le froid provoque un

ralentissement, voire un blocage total, de la conduction nerveuse lorsque la température atteint 10-15°C (30), ce qui peut être tout à fait adapté à un cheval en crise de fourbure. Ainsi, la diminution de l'influx sensitif entraînerait une diminution des spasmes musculaires contribuant à l'analgésie de la zone concernée. A l'inverse, sur des douleurs et contractures chroniques, la chaleur permet également de réduire la douleur (107). L'association de l'effet mécanique des jets ainsi que de l'eau froide diminue également les phénomènes inflammatoires. Les bains chauds peuvent être intéressants pour les segments distaux des membres chez le cheval, mais attention, la nage ou l'immersion du tronc dans une eau chaude est plus délicate et rarement réalisée chez cette espèce car elle risque de perturber la thermorégulation et créer un stress cardio-pulmonaire important. La réduction de la douleur via la balnéothérapie permet donc une reprogrammation neuromotrice du patient qui appréhendera moins la reprise d'une activité physique (134).

Enfin, la balnéothérapie possède également un avantage psychologique. En effet, l'effort minime nécessaire en piscine ne se compare plus au douloureux travail effectué en salle de rééducation ou en carrière (22). Les mouvements horizontaux du fait de l'allègement des membres lié à la poussée d'Archimède, s'en trouvent facilités (134).

B. Les indications à l'utilisation de la balnéothérapie comme outil thérapeutique

1. En médecine humaine

Les indications de la kinébalnéothérapie sont très larges. Certaines équipes l'utilisent dans des programmes de réentraînement à l'effort. La décision thérapeutique dépend plus des effets physiques, physiologiques et psychologiques recherchés que de l'étiologie de la maladie. Les effets recherchés sont principalement (98) :

- La mise en charge partielle et progressive
- Le gain de mobilité articulaire
- La facilitation des mouvements et une perception affinée des gestes
- Le relâchement musculaire
- La sédation des douleurs
- La vasodilatation secondaire à l'immersion dans les bains chauds
- La résistance aux déplacements

- Le travail proprioceptif
- La détente et la relaxation.

Sur le plan cardiovasculaire, on note une augmentation de la circulation de retour avec accroissement de la pression ventriculaire droite, du volume d'éjection (jusqu'à 30% dans une eau à 41°C), une amélioration du débit cardiaque de plus de 30 % et une baisse relative de la fréquence cardiaque en 10 à 15% en fonction de la température de l'eau (19). Les effets persistent après la sortie du bassin (98).

Au niveau rénal, la diminution plus de 50% de production d'hormone antidiurétique et d'aldostérone s'accompagne d'une augmentation de la libération du sodium et du potassium (19). Ceci favorise la diurèse, provoque une réduction de la pression sanguine et améliore l'élimination des déchets métaboliques. Ces effets se prolongent après la période d'immersion (98).

L'action de la pression hydrostatique sur le thorax, combinée avec l'accroissement du volume sanguin intrathoracique, augmentent le travail de ventilation et diminuent la capacité résiduelle fonctionnelle de 54% pour une immersion au niveau de l'appareil xyphoïde. Cette réduction est due majoritairement à une diminution de 75% du volume de réserve expiratoire (19). L'effet thermique sur l'appareil respiratoire semble limité à une diminution de l'évaporation destinée à la thermolyse (98).

Sur le plan musculosquelettique, l'hydrothérapie a de nombreux atouts tels que (98) :

- Des effets circulatoires musculo-ligamentaires par augmentation de l'apport en oxygène et amélioration de l'évacuation des déchets métaboliques
- Une diminution de l'œdème
- Une tonification musculaire modulable
- Une diminution des contraintes articulaires par un travail en décharge
- Une immersion graduelle par une mise en charge partielle progressive.

Au niveau du système nerveux périphérique et central, les effets bénéfiques de l'hydrothérapie sont également nombreux. On peut citer (98) (19) :

- L'effet relaxant et analgésique de l'immersion, notamment sur les douleurs chroniques

- La stimulation sensorielle, dans le cas d'un déficit postural important par exemple
- La stimulation des fibres afférentes chez les sujets dont la sensibilité est diminuée
- L'apprentissage du corps et l'amélioration de la perception du schéma corporel
- L'amélioration de la coordination motrice et de l'équilibre en utilisant l'inertie de l'eau lors d'un dysfonctionnement du système nerveux central.

Il apparaît donc que l'hydrothérapie est une méthode pouvant intervenir dans le traitement de nombreuses affections. Celle-ci peut ainsi être un bon outil thérapeutique dans le cas de maladies métaboliques telles que le diabète ou l'obésité, les maladies ostéoarticulaires, tendineuses, ligamentaires et musculaires dans le cadre d'une rééducation après l'immobilisation d'un membre (fracture par exemple), les maladies cardiovasculaires, respiratoires ou encore neurologiques. L'hydrothérapie peut également être un atout dans les protocoles d'entraînements des sportifs de haut niveau.

2. En médecine vétérinaire canine

L'hydrothérapie peut être mise à profit en de multiples occasions. Tout d'abord, presque tous les troubles du système locomoteur peuvent tirer bénéfice de l'hydrothérapie. En particulier, les fractures, l'ankylose articulaire, l'atrophie musculaire et l'arthrose bénéficient de ses bienfaits (4). Suite à un traumatisme accidentel ou chirurgical, une fois la phase aiguë de l'inflammation passée, on trouve un bénéfice considérable dans le mouvement, notamment concernant les chirurgies de dos, de la hanche et du genou (161). En effet, l'exercice permet d'augmenter les forces musculaires, de diminuer les tensions articulaires et de soulager la douleur (95). L'hydrothérapie facilite la réalisation des mouvements en relaxant les articulations et les muscles (161). De plus, elle facilite la réalisation des mouvements passifs sur les patients paralysés car la charge est allégée et les muscles et les articulations sont relaxés. De même, l'hydrothérapie est indiquée dans la prise en charge de l'obésité chez le chien (174) (80).

Lorsqu'un chien présente des désordres neurologiques, les objectifs à se fixer sont une rééducation locomotrice grâce notamment aux effets antalgiques et décontracturants de l'eau, ainsi que sur la coordination. D'autre part, les affections neurologiques entraînent souvent des

atrophies musculaires : la séance d'hydrothérapie est l'occasion de limiter voire de remédier à ce problème (174) (80) (96).

L'entraînement physique dans l'eau permet de développer très efficacement les capacités cardio-vasculaires et musculaires du chien, tout en réduisant considérablement les risques de traumatismes ou d'accidents musculosquelettiques et articulaires (94). D'autre part, en travaillant dans l'eau lorsque la température extérieure est élevée, on diminue l'hyperthermie et ses conséquences sur la musculature, mais aussi les risques de coup de chaleur (174).

3. En médecine vétérinaire équine

La balnéothérapie équine est également indiquée dans un certain nombre d'affection dont les principales sont les affections locomotrices (189) qui sont très fréquentes dans cette espèce (55% des consultations). En effet, celles-ci s'ensuivent très fréquemment d'une longue période de convalescence, voire même d'un passage préalable par la chirurgie. La balnéothérapie dans ce cadre est à visée de rééducation (134) (189).

En ce qui concerne les affections osseuses, les plus fréquemment rencontrées chez le cheval sont les fractures (par traumatisme ou de fatigue) et les séquestres osseux ainsi que les ostéites (ou ostéomyélites si l'origine est infectieuse). Les grandes lignes thérapeutiques après un traitement chirurgical consistent en une lutte contre la douleur et l'inflammation via des anti-inflammatoires, une immobilisation de l'animal ainsi qu'un traitement médical favorisant la minéralisation osseuse ou grâce à la physiothérapie. La balnéothérapie peut venir en complément de ces traitements afin de limiter la fonte musculaire liée à l'immobilisation, la réduction de la douleur ainsi que la remise en charge précoce et progressive du membre atteint via un marcheur immergé (134) (85) (189).

Concernant les affections articulaires ou ligamentaires, elles sont de plusieurs types chez le cheval : l'arthrose, les contusions articulaires d'origine traumatique et souvent accompagnées d'œdèmes ou d'hématomes, les entorses provoquant des lésions capsulo-ligamentaires, les luxations (peu fréquentes) mais aussi l'ostéochondrose chez les jeunes individus en croissance et les arthrites septiques d'origine infectieuses. Les traitements pour ce type d'affections peuvent être médicaux (anti-inflammatoires et anti-douleurs), chirurgicaux mais aussi

conservateurs via du repos. La balnéothérapie est alors un atout dans le traitement de ces affections par la diminution des contractures musculaires provoquées par la douleur articulaire. De plus, la diminution de la douleur et de l'inflammation, et une reprise d'exercice précoce par la nage d'abord, puis par un marcheur immergé, permet d'entretenir le système musculosquelettique qui assure la stabilité articulaire (134) (189). Il est également important de noter que l'eau permet un meilleur retour veineux (du fait de la pression hydrostatique), effet particulièrement intéressant chez le cheval, qui n'a pas de valve anti-retour dans les membres, et notamment lors de lésions de fibrocartilages ou de la fourchette. L'eau permet alors de rétablir une certaine élasticité de ces structures, qui retrouvent une capacité d'amortissement vasculaire (44).

Les atteintes musculaires et tendineuses chez le cheval peuvent être (134) :

- Des sections d'origine traumatique
- L'élongation ou la rupture consécutives à un effort violent
- Le claquage
- Les contractures musculaires
- La rhabdomyolyse d'effort
- La fatigue musculaire qui est due la plupart du temps à des efforts physiques importants ou inadaptés
- L'atrophie musculaire due à un défaut d'entretien de l'animal ou une immobilisation prolongée
- Les tendinites et les desmites caractérisées par des inflammations tendineuses.

Le traitement initial implique tout d'abord du repos, souvent associé à des traitements médicaux à base d'anti-inflammatoires, anti-douleurs et myorelaxants. De la physiothérapie par massages et utilisation du chaud ou du froid peut également être envisagée, ainsi que le traitement chirurgical. La balnéothérapie a également sa place dans la prise en charge de telles affections notamment pour la gestion de la douleur et l'inflammation par l'eau froide. La remise en charge progressive sur le muscle ainsi qu'une sollicitation douce dans une eau plutôt chaude amplifie la circulation sanguine indispensable à la cicatrisation. Toutefois, il faudra prêter une attention particulière au fait que le travail musculaire est plus difficile dans l'eau que dans l'air, les séances seront donc à adapter en fonction de l'atteinte du cheval (134) (189). Enfin, il a été montré que le travail musculaire lors de la nage correspond à une faible

intensité sur une longue durée (mesure des lactates sanguins), ce qui correspond à un travail musculaire aérobie (44). Celui-ci est parfaitement adapté à la perte de poids d'un cheval obèse.

Comme en médecine humaine ou en médecine vétérinaire canine, la balnéothérapie est également indiquée dans le traitement des affections nerveuses chez le cheval. Le traitement classique passe par l'administration d'anti-inflammatoires ainsi qu'un traitement étiologique (changement de décubitus par exemple). De la physiothérapie peut également être prescrite afin de limiter la fibrose musculaire en cas de paralysie, ou encore compenser un déficit de mobilité par le travail d'autres groupes musculaires. En théorie, on pourrait donc faire nager le cheval, surtout en cas d'atteinte des membres antérieurs, la nage étant surtout permise par la propulsion des membres postérieurs. Mais sur le terrain, un animal partiellement paralysé se verra déséquilibré au cours de la nage et risquerait de se blesser contre une paroi de la piscine en basculant sur le côté. Voilà pourquoi on attendra pour faire nager un cheval victime d'une lésion d'un nerf périphérique qu'il ait retrouvé un minimum de motricité volontaire. Notons que dans la phase précoce du traitement, il est possible de placer l'animal dans un caisson d'immersion afin d'éviter qu'il ne se couche ou ne tombe et ne puisse se relever, se créant ainsi des escarres, ou autres lésions (134).

Enfin, parmi les autres affections touchant le cheval, on peut également citer les affections du pied, et notamment le syndrome podotrochléaire qui est la cause la plus fréquente de boiterie chez le cheval de sport et de loisir. La fourbure est une autre atteinte du pied très douloureuse pour l'animal. Le pied peut aussi subir des traumatismes tels que les clous de rue, les bleimes, les fourmilères ou encore les abcès. Toutes ces affections sont prises en charges à la fois par un traitement médical à base d'anti-inflammatoires, un traitement kinésithérapeutique grâce à un parage et à la pose d'une ferrure adaptée, un traitement hygiénique (contrôle de l'alimentation et mise au repos) et éventuellement chirurgical en seconde intention pour certaines d'entre elles. Dans ce cadre, la balnéothérapie, et plus précisément la nage aura l'avantage de mettre le membre controlatéral, sur lequel se soulage l'animal, au repos total. De plus, elle permet le maintien d'une masse musculaire et de la forme cardiorespiratoire tout en soulageant les membres du poids du cheval. Enfin, la nage possède, comme vu précédemment, des vertus anti-inflammatoires et anti-douleurs. Elle n'a pas d'effet positif sur l'amélioration de la fourbure mais c'est le seul exercice physique qui ne l'aggrave pas (134).

C. Les contre-indications, limites et précautions à l'utilisation de la balnéothérapie en médecine humaine et vétérinaire

1. En médecine humaine

Les contre-indications absolues d'ordre général concernent des complications infectieuses induisant un risque de contamination de l'eau et donc de transmission aux autres patients ou de surinfection. On peut citer la fistule cutanée, une plaie ouverte, une escarre infectée, une mycose cutanée, une conjonctivite virale ou encore les infections urinaires (141). En ce qui concerne la sphère oto-rhino-laryngologique, les otites, l'angine, la sinusite, mais aussi la bronchite sont également des affections délétères à la pratique de la kinébalnéothérapie. Enfin, l'incontinence fécale ou urinaire est une contre-indication, bien que pour certains auteurs l'incontinence urinaire ne constitue pas une contre-indication, mais plutôt une gêne psychologique (98).

Des contre-indications cardiovasculaires et respiratoires existent également, telles que l'insuffisance respiratoire sévère, les ulcères variqueux, les coronaropathies instables entraînant des accès angineux à répétition, les insuffisances cardiaques majeures (141), non maîtrisées médicalement, les hypertensions artérielles sévères et instables mais aussi les hypotensions artérielles (98). De plus, le changement de volume cardiaque pourrait perturber les différents mécanismes d'adaptation cardio-vasculaire chez les insuffisants cardiaques, ce qui pourrait conduire à une décompensation ventriculaire gauche. Par ailleurs la présence de dysfonctions systolique et/ou diastolique constitue une contre-indication à la natation (128). Certaines contre-indications sont directement liées à l'état du patient. C'est le cas des affections aiguës avec fièvre, asthénie et hyperalgie (grippe, entérocolopathie, bronchite, rhumatismes inflammatoires en rééducation), des lésions cutanées non infectées (plaie mal cicatrisée, escarre, eczéma), des maladies neurologiques et neuromusculaires (myopathie, etc.) pour lesquelles il existe une incontinence ou une asthénie prononcée, mais aussi des cancers, quand ils comportent une localisation ouverte à la peau ou aux muqueuses et donc susceptible d'être aggravée par la macération ou dont la seule infection peut contaminer l'eau. D'autres maladies comme la tuberculose, l'infestation par la gale, les poux, les vomissements, des brûlures sévères, les règles sans protection interne, la présence d'un cathéter suprapubien ou intraveineux ou bien une rupture précoce de la membrane placentaire pendant une grossesse doivent être considérés autant sur le plan de la transmission possible d'agents

pathogènes que d'un point de vue hygiénique. Enfin, l'état général très déficient, une asthénie sévère ou la sénilité peuvent être une contre-indication, mais pas l'âge (98) (141).

De nombreuses autres contre-indications, mais relatives cette fois-ci, sont à prendre en compte car des précautions sont à envisager au cas par cas et laissées à l'appréciation du thérapeute. C'est notamment le cas pour l'hypersensibilité aux produits d'entretien et aux agents désinfectants, l'allergie à l'iode pour des bassins d'eau de mer, certaines hyperthyroïdies, les troubles de thermorégulation (intolérance à la chaleur) d'origine iatrogène, les états fébriles... Les pathologies vasculaires périphériques telles que l'insuffisance circulatoire de retour et les varices des membres inférieurs ont souvent été avancées comme contre-indications en raison de la mauvaise tolérance à la chaleur mais il semblerait que la pression hydrostatique, ainsi que le travail musculaire effectué lors de la séance, aient toutefois un effet profitable sur la circulation de retour. L'épilepsie, la dysphagie (troubles de la déglutition), la perforation tympanique, les troubles cardiaques non documentés, le risque d'infection opportuniste augmenté chez une personne immunodéprimée et la présence d'une poche de colostomie pouvant incommoder par l'odeur et la décoloration (vider le collecteur avant la séance) sont autant d'affections délicates à gérer dans le cadre de la kinébalnéothérapie. Enfin, l'hydrophobie définie comme une « peur panique » de l'immersion chez certains patients ne sachant pas nager, ou plus rarement une pudeur excessive leur interdisant de se montrer en maillot de bain à d'autres personnes ne sont pas des obstacles définitifs à la balnéothérapie avec une approche progressive et la présence rassurante d'un thérapeute dans l'eau (98) (141).

2. En médecine vétérinaire canine

Quelques contre-indications existent à l'utilisation de l'hydrothérapie chez les carnivores domestiques. Tout d'abord, il est déconseillé qu'un chien atteint d'une maladie infectieuse ou inflammatoire fasse des efforts physiques importants. Son état général est trop faible et la chaleur développée par l'effort risque d'accentuer son affection. Il en est de même pour un chien présentant une hyperthermie. Pour pouvoir reprendre les séances en piscine, il faut attendre que la température ait baissé et qu'elle soit stable pendant 72 heures (174) (80). De plus, l'eau constitue un excellent vecteur de maladies infectieuses, il est donc important d'en tenir compte afin de ne pas risquer de contaminer les patients suivants si l'eau n'est pas

changée. Il en est de même pour les patients présentant des troubles des sphincters, du fait du risque de souillure et de contamination urinaires et fécales de la piscine (111) (80).

Les maladies cardiovasculaires non compensées, les maladies vasculaires périphériques ainsi que les insuffisances respiratoires sont également des contre-indications à la pratique de l'hydrothérapie. En effet, celles-ci reposent sur les effets de la pression sur la cage thoracique. Les véritables contre-indications sont les insuffisances coronariennes/cardiaques majeures non maîtrisées et les hypertensions sévères (111). Il semble plus prudent de déconseiller la rééducation dans l'eau à des chiens insuffisants cardiaques ou présentant des troubles respiratoires (174) (111).

Qu'il soit non inflammatoire (cardiogénique ou non) ou traumatique, la présence d'un œdème contre-indique l'utilisation de l'hydrothérapie, cette dernière augmentant la pression sanguine dans les capillaires, elle peut étendre un œdème inflammatoire (174).

Les affections de la sphère ORL ou des conjonctives oculaires peuvent être aggravées par l'hydrothérapie. L'évaluation du rapport bénéfice-risque peut être en faveur de la pratique de la balnéothérapie si le chien garde la tête hors de l'eau car il y a peu de chances d'accentuer ces troubles. Mais il faut également tenir compte de la nature virale, bactérienne, parasitaire ou inflammatoire de ces affections pour évaluer les risques de contamination de l'eau (174).

L'hydrothérapie rend difficile la cicatrisation des plaies et peut même accentuer le problème. Ainsi, il est conseillé de ne commencer l'hydrothérapie que lorsque les fils de suture de la plaie ont été enlevés et que la peau est bien cicatrisée. De plus, il faut prendre en compte le risque nosocomial non négligeable du patient vers la piscine et vice-versa (174).

Lorsque les tumeurs sont ouvertes sur la peau ou lorsque le processus tumoral est trop débilitant pour le chien, l'hydrothérapie est déconseillée (80). Une crise d'épilepsie peut apparaître à cause des efforts développés par la natation (174). La pratique de l'hydrothérapie chez les chiens grands épileptiques ou chez les individus ayant une épilepsie non contrôlée est donc à proscrire (80).

Enfin, un chien présentant une hydrophobie trop importante risque de se blesser et de faire des faux-mouvements en essayant de sortir de l'eau. Pour éviter cela, il est indispensable de plonger le chien dans une eau calme et parfois même de l'y accompagner. Les premières séances d'hydrothérapie permettent d'habituer le chien à ce nouveau milieu. Malheureusement il faut parfois abandonner cette thérapie car si le chien ne la supporte pas, les exercices sont improductifs et les risques de blessure trop importants (174).

En plus des contre-indications mentionnées ci-dessus, il existe également quelques précautions à prendre lorsque l'on envisage l'hydrothérapie chez un carnivore domestique. Tout d'abord, envers l'animal, il ne faut pas donner de repas copieux 6h avant la séance d'hydrothérapie car cela augmente les risques de dilatation-torsion de l'estomac (80). Il faut aussi vérifier que l'animal ait fait ses besoins avant de commencer la séance. Il convient de le rincer avant de le mettre dans l'eau pour diminuer les saletés introduites dans la piscine ainsi que pour habituer l'animal au contact de l'eau. Enfin, il faut bien rassurer l'animal surtout lors des premières séances et ne jamais le laisser sans surveillance (174).

Ensuite, certaines précautions sont à prendre concernant le matériel. La température de l'eau doit être vérifiée (l'idéal étant de 26 à 28°C), l'eau du bassin doit être traitée (chlore, brome, ionisateur...) et changée dès qu'elle est trop sale. La durée de la séance est progressivement augmentée au fur et à mesure que le chien s'habitue à l'eau : de 3 à 5 minutes pour les premières séances jusqu'à 20 – 35 minutes en fonction de l'état de l'animal. La fréquence idéale est de 2-3 séances par semaine, à moduler selon l'affection, le statut physiologique, la tolérance à l'effort et la disponibilité des propriétaires (174) (80).

La marche sur tapis roulant immergé est un des meilleurs outils de la thérapie aquatique : on peut régler le niveau d'eau à la hauteur souhaitée en fonction de l'état de l'animal. On peut également varier précisément la vitesse de marche imposée au chien, les mouvements sont donc effectués de manière régulière, l'animal décompose la marche. Les tapis roulants immergés ont en général une ou plusieurs faces transparentes, ce qui permet de contrôler facilement le travail du chien (80).

3. En médecine vétérinaire équine

Tout comme l'Homme et le chien, une première contre-indication à l'utilisation de la balnéothérapie est la présence d'un foyer infectieux : l'eau ne pouvant pas être changée entre chaque patient, le risque de transmission de l'infection est trop important pour être pris. De plus, même dans les cas où elle pourrait être changée et son contenant désinfecté, l'eau serait un excellent vecteur pour qu'un foyer d'infection présent sur un animal s'étende à d'autres parties de son corps. De même, une plaie non cicatrisée présente trop de risque de s'infecter. Selon le type de plaie, mais encore plus selon les auteurs, le temps au bout duquel l'immersion n'est plus déconseillée varie de 5 jours à 5 mois (14 jours après une intervention mineure, 90 jours après une ostéosynthèse). Les plaies traitées par première intention peuvent être considérées comme imperméables aux germes au retrait des points (12 à 14 jours), alors qu'il faut attendre que le revêtement cutané, ou la zone cicatricielle soit formée pour les plaies cicatrisant par seconde intention (134).

Les chevaux présentant des dorsalgies ou un conflit de processus épineux ne sont pas de bons candidats à la nage. En effet, le cheval doit d'une part maintenir sa tête hors de l'eau afin d'assurer ses échanges respiratoires et d'autre part s'équilibrer de manière à éviter le basculement et la chute vers le fond de la piscine. Pour cela, le cheval dispose de ses postérieurs qui assurent la propulsion mais qui rapprochent la croupe de la surface de l'eau. Il en résulte une attitude typique d'hyperextension vertébrale avec d'une part une encolure relevée un relâchement des ligaments nuchal et supra-épineux, un rapprochement des processus épineux thoraciques et d'autre part une extension lombo-sacrale et thoracolumbaire (sous l'action du muscle *erector spinae*). Néanmoins, le travail sur tapis roulant ou marcheur immergé peut être envisagé (134) (44).

L'hydrophobie présente également une contre-indication à l'utilisation de la balnéothérapie. En effet, bien que relative, il ne faut en aucun cas insister pour faire rentrer un cheval dans l'eau si un réel danger existe, que ce soit pour l'animal ou les manipulateurs (134). C'est une étape très importante qui peut nécessiter plusieurs séances, mais il ne faut pas brûler les étapes.

La balnéothérapie est une forme de travail bien particulier, dans lequel certaines limites sont également à considérer. Bien que présentant de multiples bienfaits, elle ne saurait constituer à elle seule un programme de rééducation complet. En effet, le travail en piscine sélectionne et développe les fibres de type I et IIa spécialisées dans le travail aérobie, au détriment des fibres IIb agissant en anaérobie. Ainsi, un cheval sortant d'une période de rééducation par balnéothérapie supportera difficilement un effort bref et intense (44). Toutefois, dans le cadre de la prise en charge d'un cheval obèse, il est raisonnable de penser qu'à l'issue de la prise en charge, un tel type d'effort ne sera pas demandé au cheval, ce qui fait que cette technique reste satisfaisante (134).

On observe cependant une fragilisation du système ostéo-ligamentaire. En effet, suivant la loi de Wolf, les structures osseuses sont en perpétuel remaniement, dans le sens d'un renforcement si des contraintes mécaniques d'intensité convenables y sont appliquées. Du fait de l'allègement du poids du corps dans l'eau, les contraintes appliquées sur ces structures sont diminuées et donc les os fragilisés. Néanmoins, certains os restent soumis aux forces de contractions musculaires, et donc malgré l'absence d'appui au sol, ils ne sont pas totalement « déchargés ». De plus, la nage est à l'origine du développement important de certains muscles, alors que le système ostéoligamentaire en regard est affaibli. Ainsi, on a un déséquilibre entre la puissance musculaires et les structures sur lesquelles ces forces s'appliquent, ce qui peut être à l'origine de lésions (134) (44).

A l'inverse, certains muscles sont mis au repos. De plus, les muscles posturaux, ainsi que les adducteurs et abducteurs (muscles antigravitaires) sont mis au repos lorsqu'ils sont dans l'eau. Or leur action est indispensable à toute forme de travail sur terre. Il en est de même pour les récepteurs proprioceptifs et neurosensoriels des ligaments, tendons, muscles et capsules articulaires, dont le travail aura été détourné du maintien de la réaction posturale sur terre. Ils ne sont donc plus aptes à réagir rapidement face aux déséquilibres ressentis. Ceci n'est bien entendu vrai que s'il l'on s'intéresse à des animaux réalisant un travail prolongé dans l'eau et non complété par un travail sur terre, effet négligeable dans le cas d'un cheval obèse car la balnéothérapie est un complément à la prise en charge (134).

Enfin l'hyperextension vertébrale et l'ouverture de la ligne du dessus, indispensables pendant la nage sont parfaitement contradictoires avec le travail recherché par les cavaliers. Toutefois,

les muscles abdominaux : oblique interne et externe, grand droit et transverse de l'abdomen, impliqués dans l'expiration sont renforcés au cours de la nage. Or ces muscles contribuent au renforcement de la ligne du dessous. Cependant, rien ne contrecarre la fatigue de la région cervico-dorsale occasionnée par la position dans l'eau (134) (44).

Ainsi, la balnéothérapie a de nombreux bienfaits, notamment grâce aux multiples propriétés de l'eau. C'est une technique qui semble tout à fait adaptée à une prise en charge complémentaire de l'obésité, mais qui doit s'effectuer sous couvert d'un vétérinaire ou d'un thérapeute spécialisé car c'est un outil très puissant qui peut également être délétère au patient si son action n'est pas contrebalancée par d'autres formes d'exercice physique.

Partie expérimentale : étude de l'intérêt des
propriétaires de chevaux pour la
balnéothérapie équine à partir d'un
questionnaire en ligne

I. Objectifs de l'étude

La première partie de ce travail visait à rappeler quelques éléments d'épidémiologie, de physiopathologie, les conséquences de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval, ainsi que leur prise en charge. Cette seconde partie est, quant à elle, consacrée à l'utilisation possible de la balnéothérapie dans le traitement de l'obésité dans l'espèce équine. En effet, cette technique est largement répandue chez l'Homme, et commence à se développer également chez le chien, mais chez le cheval, elle est peu utilisée dans ce cadre. Ainsi, cette partie vise à déterminer si la balnéothérapie pourrait être envisagée par les propriétaires de chevaux dans le cadre du traitement de l'obésité, via un questionnaire à choix multiple.

II. Matériels et méthodes

L'enquête réalisée est un questionnaire en ligne à choix multiple partagé auprès de 260 propriétaires.

A. Population étudiée

Ce questionnaire à choix multiple était destiné à tous les propriétaires de chevaux, qu'ils soient obèses ou non. Les vétérinaires et étudiants vétérinaires n'ont pas été exclus de l'étude, ce qui peut créer un léger biais en termes de connaissances théoriques. Cependant, l'obésité est une maladie encore méconnue au sein de la profession vétérinaire, quelques témoignages me sont d'ailleurs parvenus dans ce sens.

B. Rédaction du questionnaire

Le questionnaire à choix multiple est composé de 12 questions (annexe 1) divisées en 4 grands thèmes :

- Evaluation des capacités des propriétaires à reconnaître un cheval en surpoids ou obèse sur photo et critères d'appréciation de la masse grasseuse.
- Evaluation des connaissances des propriétaires sur les conséquences du surpoids/ de l'obésité sur la santé du cheval.
- Evaluation des connaissances des propriétaires sur la prise en charge de l'obésité chez le cheval.
- Avis des propriétaires sur la potentielle utilisation de la balnéothérapie dans le traitement d'un cheval obèse : utilité ou non de la méthode, les raisons pour lesquelles les propriétaires refuseraient la balnéothérapie, nombre de séances que les propriétaires pensent nécessaires, la somme d'argent qu'ils consacraient par mois dans la balnéothérapie.

C. Méthodes de diffusion du questionnaire

Le questionnaire était à remplir en ligne via l'application Google Form. Cette dernière permettait d'inclure des photos et de paramétrer chaque question individuellement, notamment de choisir s'il y avait une réponse unique et si la réponse était obligatoire. Il a été diffusé tout d'abord via les réseaux sociaux, et notamment Facebook où il a été publié sur les pages suivantes :

- Ma page personnelle : cible tous les propriétaires de chevaux dans mon entourage, ainsi que leurs amis et connaissances
- Cheval annonce France et Haute-Garonne : site de vente de chevaux et poneys, de matériel équestre, pensions d'équidés, transport, immobilier...
- Etudiants vétos France : vise les étudiants vétérinaires propriétaires de chevaux des quatre écoles françaises
- A vendre à l'ENVT : vise les étudiants vétérinaires propriétaires de chevaux de l'école vétérinaire de Toulouse.
- Soyons plus que vétos/ASV : cible les propriétaires de chevaux parmi les vétérinaires praticiens et les assistant(e)s.

L'aide de la Fédération Française d'Equitation (FFE) a été sollicitée mais malheureusement sans retour de leur part. De plus, un QR code a été créé via le site QR code Generator (annexe 2), renvoyant au questionnaire en ligne. Celui-ci était destiné à être mis à disposition des propriétaires de chevaux dans les salles d'attentes des cliniques vétérinaires équines par exemple. A la fin du questionnaire, une fiche explicative de la gestion de l'obésité a été adressée à tous les participants (annexe 3).

D. Traitement des données

Les données ont été récoltées à partir du logiciel Google Form. Il est possible de télécharger l'ensemble des réponses aux questions et de l'exporter sur Excel, afin de mettre en forme la base de données. J'ai choisi de présenter les données sous forme de diagramme en secteur car il en facilite la lecture. Ce questionnaire étant une étude préliminaire à un travail plus complet et approfondi sur la balnéothérapie et son efficacité dans la prise en charge de l'obésité chez le cheval, aucun indice de confiance n'a été utilisé.

III. Résultats

Au total, 260 réponses ont été obtenues sur une durée d'un mois.

A. Réponses relatives aux connaissances des propriétaires sur la reconnaissance du surpoids ou de l'obésité chez le cheval

Les figures ci-dessous illustrent les réponses données pour chacune des photographies présentées dans le questionnaire :

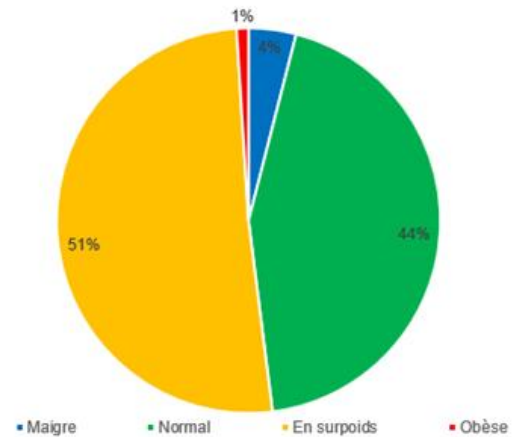


Figure 15 : A gauche, photo présentée dans la question 1 du questionnaire en ligne (source personnelle) d'une jument à NEC normale ; à droite, répartition des réponses des participants à l'étude en pourcentages. En vert, les zones à observer pour les dépôts graisseux, inexistantes ici.

La figure 14 présente les réponses à la question 1. On remarque que les réponses sont assez hétérogènes. Ici, le cheval présenté possède une NEC normale. En effet, si on observe les zones de dépôts graisseux étudiés dans la première partie de ce travail, on remarque que le cheval n'a pas de chignon, et ne possède aucun dépôt de graisse, ni à l'épaule, ni au dos, ni à la croupe ou encore à l'attache de la queue. De plus, les côtes sont légèrement palpables, ce qui n'était pas appréciable uniquement avec la photo. Ici, 44% seulement des participants ont répondu de manière correcte à cette question. La majorité des réponses, soit 51%, jugeait ce cheval comme en surpoids, sûrement à cause du fait qu'il possède un abdomen légèrement distendu. Néanmoins, ceci n'est pas un critère pour apprécier l'état d'embonpoint. 1% des participants a répondu qu'il était obèse, mais comme évoqué précédemment, aucun dépôt graisseux n'est visible sur cette photo. Enfin, 4% des participants ont répondu que ce cheval était maigre, probablement parce qu'il manque en fait de musculature, notamment à l'encolure et au niveau de la croupe. Mais là encore, le but était d'évaluer la présence de dépôts graisseux, et non pas la musculature.

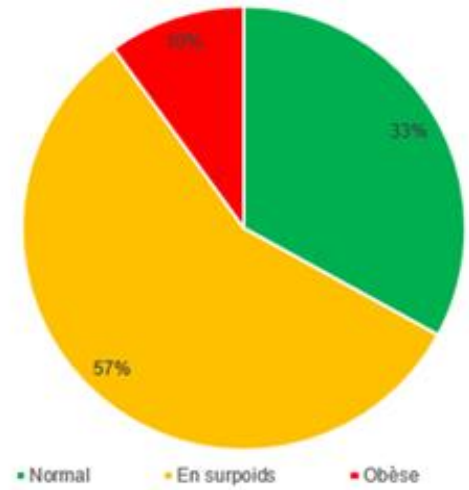


Figure 16 : A gauche, photo présentée dans la question 2 du questionnaire en ligne (source personnelle) d'un cheval obèse ; à droite, répartition des réponses des participants à l'étude en pourcentages. En rouge, les zones à observer pour les dépôts graisseux

En ce qui concerne la question 2 (figure 15), on observe que le poney possède un chignon légèrement convexe, de la graisse en arrière du coude et le long des côtes (qui ne sont pas palpables) et au niveau de la croupe et de l'attache de la queue. Il est donc obèse. Or, seulement 10% des participants ont donné la réponse juste. La majorité d'entre eux, soit 57% ont qualifié ce poney comme étant en surpoids, ce qui montre la difficulté d'évaluer la note d'état corporel d'un cheval sur photo, et l'importance de l'examen palpatoire en cas de doute. Enfin, 33% des participants l'ont qualifié de normal, mais comme expliqué précédemment, il possède trop de dépôts graisseux visibles pour être considéré comme tel.

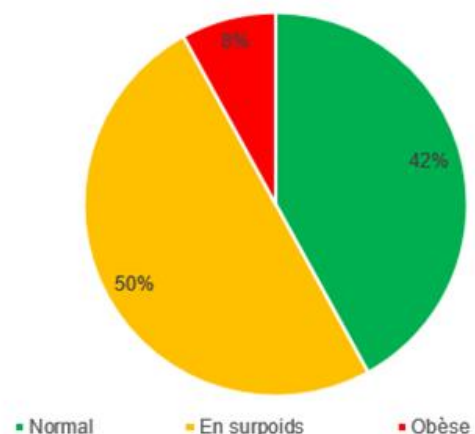
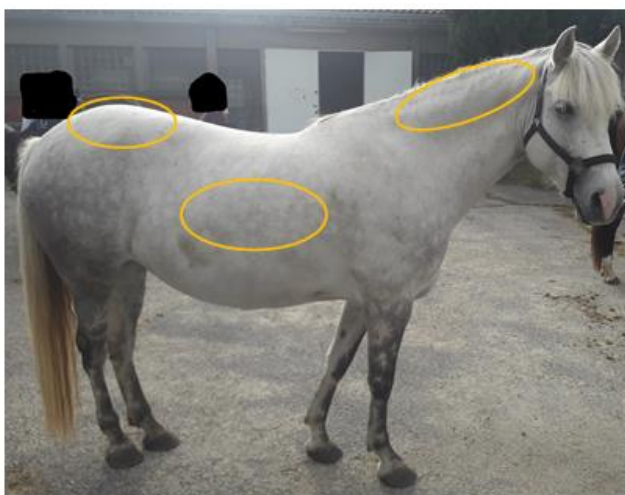


Figure 17 : A gauche, photo présentée dans la question 3 du questionnaire en ligne (source personnelle) d'une jument en surpoids ; à droite, répartition des réponses des participants à l'étude en pourcentages. En orange, les zones à observer pour les dépôts graisseux

A propos de la question 3 (figure 16), on observe un léger chignon rectiligne le long de l'encolure, une croupe très bombée et des côtes non palpables donc ce poney est en surpoids. La majorité des participants, soit 50% avaient la bonne réponse. 42% ont répondu que ce poney a un état corporel normal, sûrement parce que les dépôts graisseux ne sont pas évidents à voir en photo. 8% des participants ont jugé ce poney obèse, ce qui est un peu trop sévère étant donné l'absence de dépôts graisseux à l'épaule et un chignon présent mais non convexe. Toutefois, sur cette photo, il est difficile d'apprécier la présence de dépôts graisseux sur le dos et à l'attache de la queue.

Il ressort de ces trois premières questions que l'évaluation de l'état d'adiposité d'un cheval n'est pas évidente comme le montrent les pourcentages d'erreur importants. Il existe probablement un manque de connaissance des propriétaires sur les critères à observer afin d'apprécier l'état corporel d'un cheval, ce qui s'est vérifié grâce à la question 4, dont les résultats sont présentés sur la figure 17 :

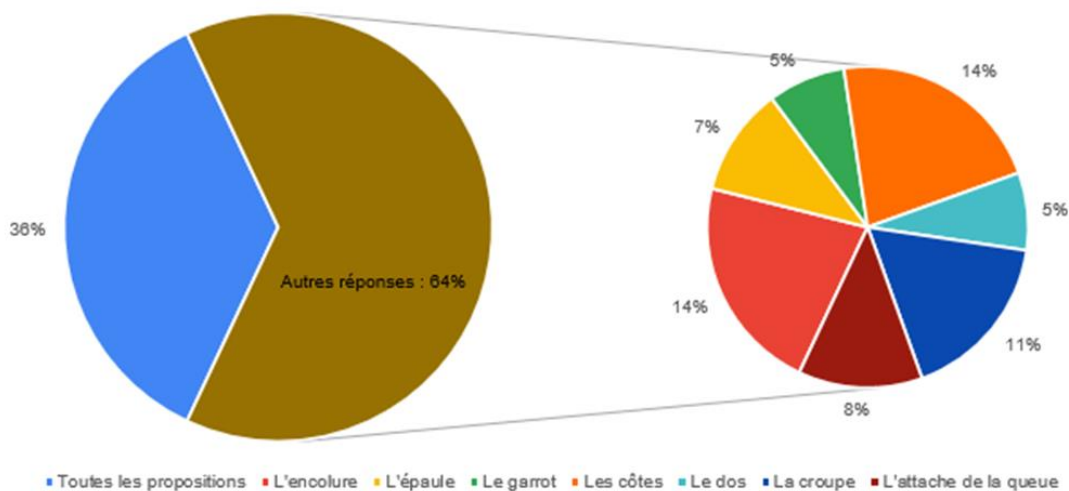


Figure 18 : Répartition des réponses à la question 4 sur les localisations des dépôts graisseux à observer pour apprécier l'état corporel d'un cheval, en pourcentage.

Les réponses multiples étant autorisées pour cette question, on constate avec ce graphique en secteur que seulement 36% des participants ont répondu la bonne réponse, à savoir « toutes les propositions ». En effet, rappelons que l'ensemble des critères à observer pour évaluer les dépôts graisseux d'un cheval, et donc d'apprécier son état corporel, sont : l'encolure, l'épaule, le garrot, les côtes, le dos, la croupe et l'attache de la queue.

Parmi les 64% de réponses qui étaient incomplètes, les localisations les plus considérées étaient l'encolure et les côtes dans 14% des cas, la croupe (11% des réponses), l'attache de la queue (8%), l'épaule (7%) et enfin le dos et le garrot (5% des réponses).

Cette figure vient donc confirmer la suspicion du manque de connaissance soulevée par les trois premières questions. Toutefois, il est important de rappeler que l'appréciation de l'état corporel d'un cheval s'effectue en l'observant attentivement d'une part, mais également en réalisant un examen palpatoire des différentes régions citées ci-dessus, afin de confirmer la suspicion. Or ici, l'examen palpatoire n'étant pas réalisable par les participants, il pouvait être difficile d'apprécier correctement l'état d'embonpoint des chevaux, uniquement sur photo. Cela demande une certaine expérience, et un sens de l'observation particulièrement développé, qui peut ainsi constituer un éventuel biais.

Pour conclure sur la partie « évaluation des connaissances sur la reconnaissance du surpoids/de l'obésité chez les propriétaires de chevaux », il ressort grâce aux réponses données qu'il existerait un potentiel manque de connaissance sur les critères à prendre compte pour évaluer l'état corporel d'un cheval. Ceci pourrait tout à fait expliquer pourquoi les propriétaires de chevaux en surpoids ou obèses n'ont pas toujours conscience de leur état. Il semble donc important que les vétérinaires puissent sensibiliser les propriétaires à ce problème et leur expliquer comment repérer les dépôts graisseux sur leurs chevaux.

B. Réponses relatives aux connaissances des propriétaires sur les conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval

La question 5 du questionnaire visait à évaluer les connaissances des propriétaires sur les conséquences du surpoids et de l'obésité sur les chevaux. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 18 :

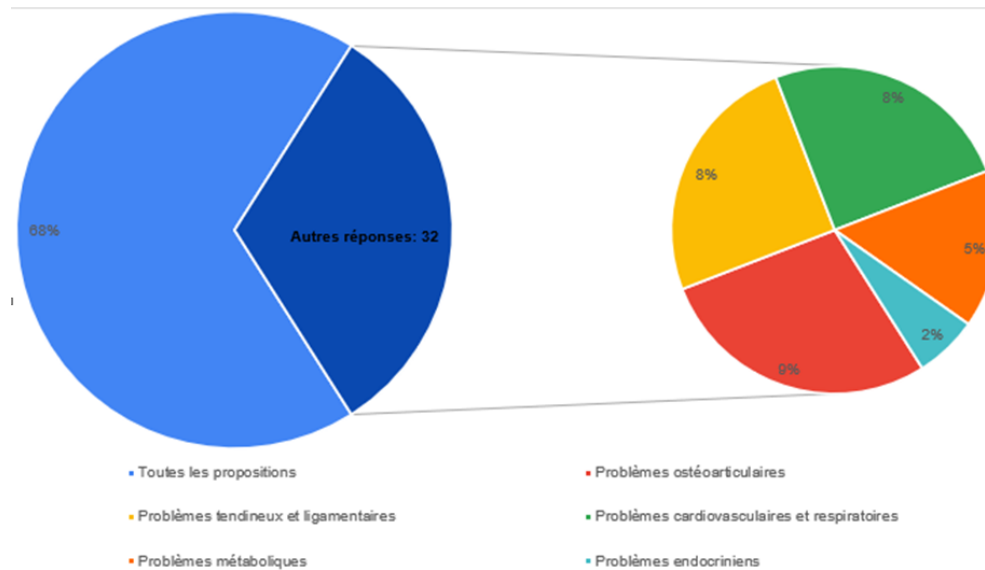


Figure 19 : Répartition des réponses à la question relative aux conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval, en pourcentage.

Pour cette question, les réponses multiples étaient autorisées et la réponse juste était « toutes les propositions ». Contrairement à la partie précédente, on constate ici que les conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval sont beaucoup mieux connues par les participants, puisqu'ils ont répondu juste à 68%. Parmi les 32% de réponses incomplètes, les plus fréquemment évoquées sont les problèmes ostéoarticulaires (9% des réponses), puis les problèmes ligamentaires et tendineux ainsi que cardiovasculaires et respiratoires (8%), les problèmes métaboliques (5%) et enfin endocriniens (2% des réponses). La bonne connaissance des conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval peut s'expliquer par le fait qu'ils sont touchés par le même type d'affections que l'espèce humaine et qu'il est possible que les participants aient répondu par analogie.

Cette question était suivie de la possibilité pour les participants de citer d'autres conséquences du surpoids et de l'obésité auxquelles ils pouvaient penser et qui n'étaient pas dans les propositions de la question. 10 participants ont donné une réponse supplémentaire, soit un taux de participation à la question de 3,8%. Les réponses proposées étaient les suivantes :

- La fourbure (à 3 reprises) qui est incluse dans les maladies métaboliques.
- Problèmes dermatologiques, dermite (à 2 reprises).
- Problèmes de fertilité chez les juments et de reproduction en général (à 2 reprises).

Cela a effectivement été évoqué dans la partie bibliographique.

- Problèmes d'arthrose, inclus dans les problèmes ostéoarticulaires
- L'impact sur le mental du cheval : pas encore étudié mais état dépressif du cheval obèse possible.
- Dysfonctionnement d'organes liés aux dépôts graisseux internes : comme évoqué dans la partie bibliographique, on peut citer les lipomes pédiculés qui peuvent provoquer des coliques par exemple.

Pour conclure, les conséquences du surpoids et de l'obésité chez le cheval semblent être plutôt bien connues par les propriétaires de chevaux.

C. Réponses relatives aux connaissances des propriétaires de chevaux sur la prise en charge de l'obésité

La question 6 du questionnaire portait sur la prise en charge de l'obésité chez le cheval. Elle visait à déterminer si les connaissances des propriétaires étaient satisfaisantes à ce sujet. La répartition des réponses à cette question est présentée sur le graphique en secteur suivant (figure 19) :

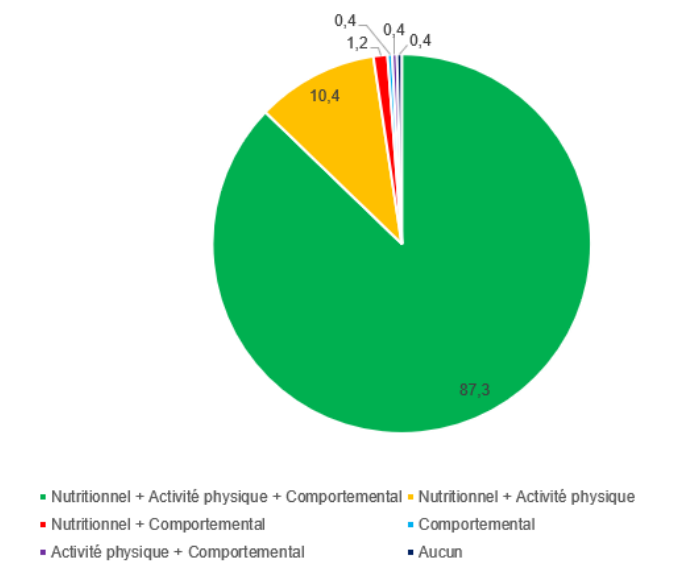


Figure 20 : Répartition des réponses à la question 6, relative à la prise en charge de l'obésité chez le cheval, en pourcentages.

Pour cette question, la réponse était unique. Le graphique en secteur ci-dessus révèle que la connaissance de la prise en charge de l'obésité par les propriétaires est plutôt bonne, avec 87% des participants ayant répondu que la prise en charge de cette maladie s'articule autour de trois axes : nutritionnelle, comportementale, et activité physique. Cette grande majorité de bonnes réponses peut s'expliquer par le fait que la prise en charge de l'obésité chez le cheval s'est largement inspirée de la médecine humaine, qui elle, est bien connue.

Plus de 10% des participants ont répondu que le traitement de l'obésité chez le cheval consiste en une prise en charge nutritionnelle et une augmentation de l'activité physique seule. Il est vrai que, comme évoqué dans la partie bibliographique, le cheval ne possède pas de trouble du comportement alimentaire à proprement parlé, mais il est possible d'observer des phénomènes de compétition alimentaire pour les chevaux vivant en troupeau par exemple. Il est aisé d'imaginer que le dominant du troupeau aura un accès privilégié à la nourriture, et son comportement pourrait être un facteur de risque au surpoids ou à l'obésité. Ainsi, une adaptation du mode de vie de ces patients est à mettre en place afin de corriger le comportement à risque. De plus, l'observation comportementale est primordiale lors de la perte de poids, car certains animaux pour lesquels la restriction alimentaire est trop importante, peuvent développer des stéréotypies à cause du stress engendré par cette prise en charge. Il sera donc nécessaire dans ce cas, de réadapter l'alimentation. Néanmoins, dans un bon nombre de cas, l'association de la prise en charge nutritionnelle et d'une plus grande activité physique suffit à traiter de manière satisfaisante un cheval en surpoids ou obèse.

Enfin, une petite partie des participants (3%) a donné une autre réponse. Une prise en charge comportementale seule, n'aurait que peu d'effets, puisque l'obésité est imputable surtout à une alimentation inadaptée et un manque d'activité. De même pour une association prise en charge comportementale + nutritionnelle, ou comportementale + activité physique, qui ne traiteraient qu'en partie le problème.

En conclusion, les connaissances des propriétaires sur les principaux enjeux de la prise en charge du cheval obèse semblent être bien connues, possiblement car inspirées directement de la médecine humaine.

D. Réponses relatives à l'intérêt que porteraient les propriétaires de chevaux à la balnéothérapie dans le cadre de la prise en charge de l'obésité

Le reste du questionnaire (questions 7 à 12) était consacré à l'intérêt potentiel que pourraient porter les propriétaires de chevaux à la balnéothérapie dans le cadre de la prise en charge de l'obésité.

Tout d'abord, la question 7 visait à savoir si, selon eux, les participants pensaient que la balnéothérapie pourrait faire partie de la prise en charge de l'obésité chez le cheval. Les résultats obtenus sont présentés par la figure 20 :

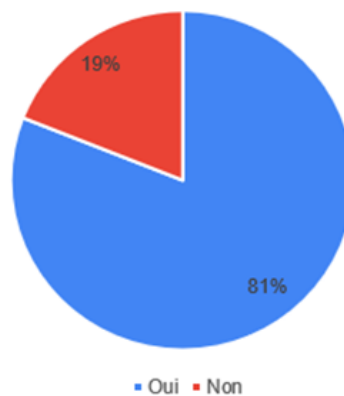


Figure 21 : Répartition des réponses apportées à la question 7, relative à l'intérêt de la balnéothérapie dans le traitement du cheval obèse, en pourcentages.

On constate grâce à ce graphique que la majorité des participants, soit 81%, reconnaît l'intérêt de la technique dans la prise en charge de l'obésité chez le cheval. En revanche, la question 8 (figure 21), qui visait à connaître la proportion de propriétaires qui envisageraient la balnéothérapie lors d'un tel traitement, renverse les tendances de la question 7.

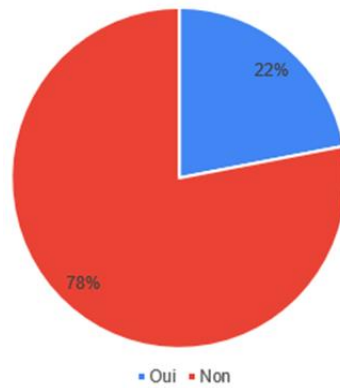


Figure 22 : Répartition des réponses à la question 8, visant à connaître la proportion des participants qui envisageraient la balnéothérapie dans le traitement de leur cheval obèse, en pourcentages.

En effet, comme indiqué sur le graphique ci-dessus, bien que 81% des participants reconnaissent que la balnéothérapie pourrait être utilisée dans la prise en charge du cheval obèse, seulement 22% d’entre eux seraient effectivement prêts à l’utiliser dans le traitement de leur cheval. Ces deux questions montrent que la balnéothérapie a un bon potentiel de développement, mais que les propriétaires sont encore réticents à l’utiliser. La question 9 permet d’éclaircir les raisons pour lesquelles les propriétaires refuseraient de l’utiliser dans ce cadre (figure 22) :

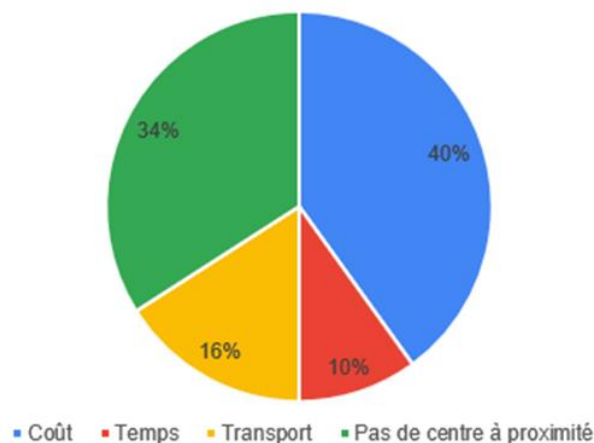


Figure 23 : Répartition des réponses des participants à propos des raisons pour lesquelles ils n'utiliseraient pas la balnéothérapie dans la prise en charge de leur cheval obèse, en pourcentages.

Pour cette question, les réponses multiples étaient autorisées. On constate que la majorité des réponses, soit 40%, est en faveur d’un coût trop élevé, suivi de près par le manque de centre

de balnéothérapie à proximité du domicile des propriétaires (34% des réponses). Vient ensuite le problème du transport du cheval dans 16% des cas, et enfin le fait que c'est une technique trop chronophage selon 10% des réponses.

La question 9 donnait également la possibilité aux participants de s'exprimer en donnant d'autres raisons possibles pour lesquelles ils n'utiliseraient pas la balnéothérapie dans la prise en charge de leur cheval s'il était obèse. Les réponses qui ont été données sont les suivantes :

- Essayer d'abord de modifier nutrition et activité physique : il est évident que ce sont les deux premières choses à faire dans la prise en charge de l'obésité chez le cheval. La balnéothérapie a d'ailleurs été présentée dans la question comme une méthode de prise en charge complémentaire, et non principale. Néanmoins, dans le cas d'obésité sévère, d'arthropathie, de fourbure ou d'autres problèmes ostéoarticulaires, cette technique peut être un excellent moyen de remettre le cheval au travail en douceur mais de manière précoce, avec une remise en charge progressive.
- On peut utiliser la mer/les rivières pour la balnéothérapie plutôt que d'aller en centre. C'est tout à fait juste. Cependant, il est nécessaire d'être très vigilant quant à l'utilisation de la mer/des rivières en balnéothérapie, des indications et contre-indications existent et seront développées dans la suite de ce travail.
- La balnéothérapie n'a aucun intérêt comparé à la prise en charge nutritionnelle, comportementale et l'activité physique. En fait, la balnéothérapie est ici considérée comme une partie de l'activité physique du cheval. De plus, comme évoqué ci-dessus, dans le cas d'obésité sévère et/ou de problèmes ostéoarticulaires associée à une douleur aiguë, la balnéothérapie peut permettre une remise en charge progressive du cheval en limitant ces douleurs, et ainsi initier une perte de poids plus rapide.
- Pas de connaissance sur le sujet. Effectivement, la balnéothérapie est peu utilisée pour cette indication en médecine vétérinaire équine, et aucune donnée n'existe à ma connaissance sur l'efficacité de la méthode sur la perte de poids. Cependant, quelques publications mettent en évidence les bienfaits de cette méthode sur la prise de masse musculaire ou les problèmes ostéoarticulaires, tendineux et ligamentaires, qui peuvent être des complications de l'obésité.

La question 10, quant à elle, visait à connaître l'avis des propriétaires sur la fréquence des séances de balnéothérapie nécessaire dans la prise en charge de l'obésité. Le graphique suivant (figure 23) montre la répartition des réponses des participants :

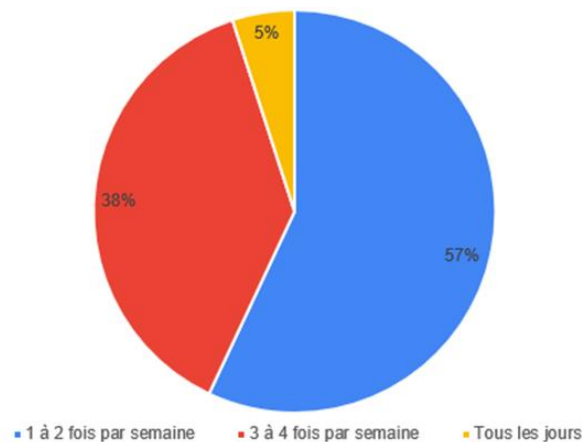


Figure 24 : Répartition des réponses à la question 10, à propos de la fréquence des séances de balnéothérapies nécessaires dans la prise en charge de l'obésité, en pourcentages.

La majorité des propriétaires (57%) a répondu qu'une à 2 séance(s) par semaine étaient nécessaires dans la prise en charge du surpoids et de l'obésité chez le cheval, et c'est effectivement la fréquence que l'on pourrait recommander dans ce cadre. En effet, comme évoqué dans la partie bibliographique, la balnéothérapie possède de nombreuses vertues, notamment de permettre une reprise de travail précoce sur un cheval au repos. De plus, elle permet une prise efficace de masse musculaire avec une fréquence d'une à deux fois par semaine, si on se base sur les résultats obtenus dans le cadre de l'entraînement des chevaux de courses. Toutefois, une utilisation trop fréquente de la balnéothérapie peut également nuire au cheval si elle n'est pas complétée par un travail en longe ou en carrière. En fait, il n'y a pas de consensus sur une fréquence idéale hebdomadaire en balnéothérapie. Tout dépend des disponibilités des propriétaires et de leurs attentes quant à l'utilisation de cette méthode.

Un autre paramètre à prendre en compte, et qui peut conditionner la fréquence des séances envisagée par les propriétaires, est le coût de cette technique. En effet, la question 8 a déjà mis en évidence que l'aspect financier était le principal facteur limitant des propriétaires à utiliser la balnéothérapie. Ainsi, la question 11 visait à estimer la somme que les propriétaires étaient prêts à déboursier par séance de balnéothérapie pour traiter leur cheval obèse. Les résultats obtenus sont les suivants (figure 24) :

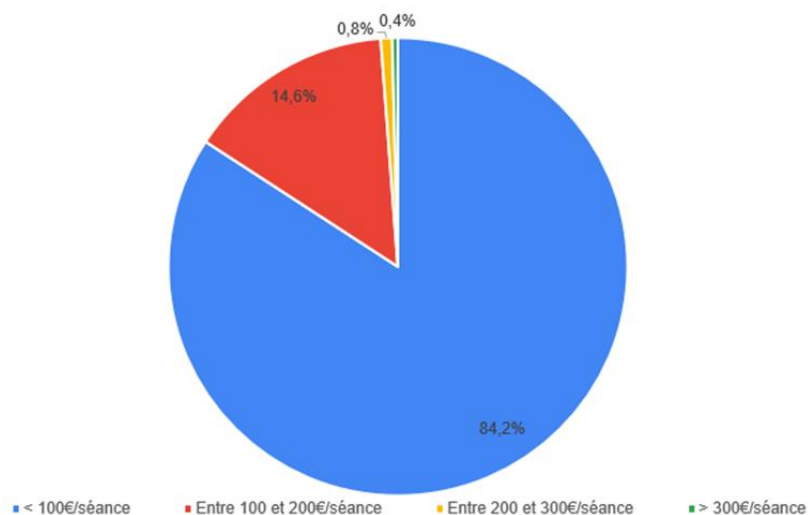


Figure 25 : Répartition des réponses des participants à la question 11, concernant le budget que les propriétaires seraient prêts à investir par séance, en pourcentages.

Comme attendu, une grande majorité des participants (84,6%) a répondu qu'ils seraient prêt à investir une somme inférieure à 100€ par séance. 14,8% investiraient entre 100 et 200€ par séance, 0,8% d'entre eux auraient un budget entre 200 et 300€ par séance, et enfin seulement 0,4% accepteraient de déboursier plus de 300€.

Enfin, la question 12, visait à connaître le nombre de séances mensuelles auxquelles les participants envisageraient d'inscrire leur cheval s'il était obèse (figure 25). Les résultats sont présentés dans la figure suivante :

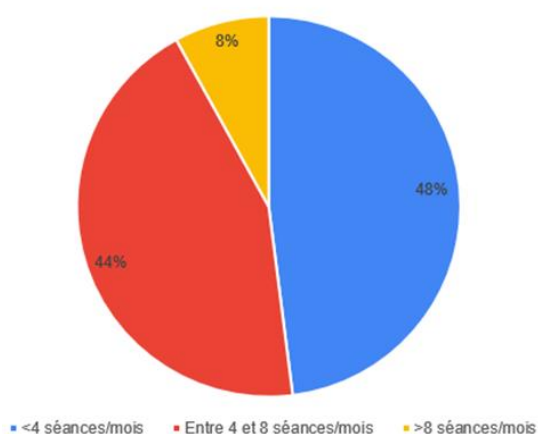


Figure 26 : Répartition des réponses à la question 12, relative au nombre de séances de balnéothérapie auxquelles les participants seraient prêts à inscrire leur cheval obèse, en pourcentage

Là encore, comme attendu, la majorité des réponses, soit 48% sont en faveur du minimum proposé, à savoir 4 séances mensuelles ou moins, ce qui correspond à environ une séance par semaine. 44% des participants seraient prêts à faire faire entre 4 et 8 séances mensuelles, soit entre 1 et 2 séances hebdomadaires, et 8% d'entre eux ont répondu plus de 8 séances par mois, soit plus de 2 séances par semaine. Si l'on met en relation les questions 10 et 12, on observe un paradoxe. En effet, dans la question 10, 57% des participants estiment qu'une à 2 séances de balnéothérapies hebdomadaires sont nécessaires dans la prise en charge d'un cheval obèse. Or, dans la question 12, seulement 44% d'entre eux ont répondu qu'ils choisiraient entre 4 et 8 séances mensuelles. Cela indique que 13% des participants ne s'orienteraient pas en pratique vers ce qu'ils estiment être la fréquence de prise en charge optimale en balnéothérapie, probablement à cause de toutes les contraintes évoquées dans la question 9.

IV. Discussion

A. Les différents biais de l'étude

L'étude expérimentale réalisée dans ce travail de thèse comporte un certain nombre de biais qu'il est primordial de prendre en compte afin de ne pas émettre de conclusions erronées.

- Tout d'abord, un biais existe quand au choix de la population cible. En effet, le questionnaire était ouvert à tous les propriétaires, qu'ils possèdent des chevaux obèses ou non. Cela a pour principale conséquence que le propriétaire d'un cheval obèse pourrait être mieux renseigné qu'un autre sur la maladie, ainsi que ses conséquences. De plus, le questionnaire était également ouvert aux étudiants et praticiens vétérinaires. Ceci peut également constituer un biais important de l'étude, car ils possèdent un socle de connaissances théoriques sur le sujet, ce qui a pu influencer à la hausse certaines réponses. Néanmoins, les propriétaires vétérinaires n'exercent pas nécessairement leur métier dans le milieu équin, certains aspects abordés dans cette étude (critères de détection des masses graisseuses notamment) peuvent donc être ignorés. J'ai d'ailleurs eu quelques témoignages de vétérinaires dans ce sens. Une question supplémentaire sur le questionnaire pour connaître la profession des participants aurait permis d'étudier l'influence de ce facteur.

- Il existe également des biais concernant le mode de diffusion du questionnaire. En effet, bien que les réseaux sociaux soient un très bon outils de transmission d'informations à grande échelle, le principal défaut est qu'il est très difficile d'avoir un quelconque contrôle sur celle-ci une fois lancée. Ainsi, le questionnaire a été diffusé dans des pays étrangers comme la Roumanie ou le Québec, pays pour lesquels l'accessibilité à certaines méthodes de soins comme la balnéothérapie pourrait être différente de la France, ce qui a pu influencer des choix de réponses. De plus, certaines solutions apportées dans la partie bibliographique de ce travail ne seront pas applicables à tous les pays étrangers. A titre d'exemple, l'adaptation nutritionnelle pourra être différente car la disponibilité en denrées alimentaires diffère, ainsi que le climat.

- L'absence de calcul d'indice de confiance sur les diagramme est justifié par le fait que ce travail n'était qu'une étude préliminaire visant à faire ressortir de grandes tendances et d'obtenir un avis des propriétaires de chevaux sur la balnéothérapie. Une étude quantitative et qualitative de l'efficacité de la balnéothérapie sur la perte de poids peut faire l'objet d'une étude approfondie à part entière.

- Enfin, un biais réside dans la représentativité de la population cible, puisqu'un nombre plus élevé de réponses aurait permis de l'améliorer. Cependant, 260 réponses nous semble un échantillon suffisant pour une étude préliminaire pour mettre en évidence de grandes tendances.

B. Ce que l'on peut conclure de l'étude

Bien qu'elle comprenne quelques biais, il est tout de même possible de tirer quelques conclusions et grandes lignes de réflexions de cette étude. Les principales conclusions sont les suivantes :

- Les propriétaires de chevaux ont peu de connaissances sur les critères à apprécier pour détecter l'obésité chez leur cheval. Sur ce point, le rôle du vétérinaire est primordial. En effet, lui seul peut transmettre les compétences nécessaires à la clientèle possédant des chevaux obèses pour réaliser un examen à distance et palpatoire de leur animal. Ceci a un double objectif : faire prendre conscience au propriétaire par des éléments concrets et tangibles que leur cheval souffre de surpoids ou d'obésité, et les impliquer d'ailleurs dans la santé de leur

animal. De plus, à force d'entraînement, ils pourront détecter une perte de poids et assurer un suivi, ou une prise de poids, et ainsi faire appel précocément à un professionnel pour les encadrer et limiter les conséquences néfastes de cette maladie.

- Les conséquences du surpoids ou de l'obésité sont très bien connues des propriétaires de chevaux, ainsi que sa prise en charge. Ce sont des sujets bien connus dans l'espèce humaine, qu'il est relativement aisé de transposer à l'animal. Toutefois, certains aspects de la prise en charge sont méconnus et méritent d'être approfondis. Là encore, le rôle du vétérinaire est très important dans la transmission des informations pertinentes pour le propriétaire, qui peut être effectuée lors de la consultation vaccinale annuelle par exemple.

- La majorité des propriétaires de chevaux pensent que la balnéothérapie est un outil pertinent et adapté dans la prise en charge du surpoids ou de l'obésité chez le cheval. Cependant, ils n'envisagent pas d'utiliser cette technique car ils dénoncent principalement un coût trop important et un manque de centres de balnéothérapie à proximité de chez eux.

- Le témoignage de quelques vétérinaires a souligné le manque de connaissances des professionnels de la santé animale dans la balnéothérapie et les méthodes de traitement alternatives en général. En effet, ces nouvelles techniques de traitement ne sont pas enseignées dans la formation initiale. Ainsi, il aurait été judicieux d'ajouter une question sur la profession des participants pour étayer ce point et s'affranchir de certains biais.

Ainsi, la balnéothérapie équine pourrait être un outil intéressant dans la prise en charge d'une maladie telle que l'obésité chez le cheval. Cette technique possède un potentiel en développement, notamment grâce à l'intérêt croissant des propriétaires de chevaux pour le bien-être de leur animal.

C. Pour aller plus loin...

1. Estimation du coût de la prise en charge d'un cheval par la balnéothérapie

Le coût étant la principale source d'inquiétude et de contrainte à l'utilisation de la balnéothérapie par les propriétaires d'équidés, son estimation semblait alors nécessaire.

Les centres de balnéothérapie ne sont pas tous équipés du même matériel. Dans le cadre de cette étude, je me suis intéressée seulement à trois types d'équipement : la piscine, le marcheur immergé et le tapis roulant immergé, qui sont indiqués dans la perte de poids du cheval obèse. Le tableau suivant rassemble les prix TTC par séance de tous les établissements par type d'équipement :

Tableau 18 : Prix TTC (toutes taxes comprises) d'une séance de balnéothérapie en fonction du type d'équipement utilisé dans l'ensemble des centres de France métropolitaine

Piscine	Tapis roulant immergé	Marcheur immergé
De 30 à 48€	De 45 à 101€	42 à 48€

Grâce à cette estimation, on constate que les prix sont tout à fait en accord avec ceux que les participants au sondage étaient prêts à investir par séance. Toutefois, une séance isolée serait peu bénéfique à un cheval obèse dans le cadre de sa perte de poids. Bien souvent, les centres proposent des séjours avec pension, d'une durée à déterminer en fonction des attentes et des possibilités financières des propriétaires, ainsi que de l'objectif à atteindre avec le cheval. A titre d'exemple, dans le centre Aqua Horse, le tarif est de 420€ pour deux semaines de cure, et au Haras de la Belletière, le forfait pension jour est de 55€ HT. Ainsi, plusieurs solutions peuvent être envisagées par les propriétaires de chevaux obèses.

Solution 1 : Pour les budgets limités

Celle-ci peut être envisagée pour les propriétaires ayant un budget modeste mais souhaitant faire appel à la balnéothérapie pour faire maigrir leur cheval. Dans ce cas, on pourrait imaginer effectuer quelques séances en centre de balnéothérapie, encadré par un professionnel, afin d'habituer le cheval au travail avec l'eau dans le calme et la douceur. Cela peut paraître dérisoire, mais c'est une étape très importante qui peut prendre plusieurs séances, car le travail dans l'eau n'est pas inné pour les équidés, et cela nécessite un apprentissage. Ensuite, une fois que le cheval est habitué à ce type de travail, le professionnel, en collaboration ou non avec un vétérinaire, met en place un protocole que les propriétaires devront suivre à la maison, en utilisant une rivière, un étang, un lac ou le bord de mer. Il sera défini dans ce protocole la hauteur d'eau dans laquelle devra évoluer le cheval, l'allure, ainsi que la durée et la fréquence des séances. Une séance de contrôle de la perte de poids (pesée), ainsi que de la progression du cheval peut être envisagée une

à 2 fois par mois afin de réajuster le protocole. Cette solution est le compromis le moins coûteux, mais également le plus contraignant pour les propriétaires, car ils devront gérer seuls la réhabilitation de leur cheval à la maison, ce qui nécessite une certaine disponibilité. De plus, ils seront tenus de s'assurer en amont que le point d'eau utilisé ne constitue pas un danger pour leur cheval.

Solution 2 : la prise en charge complète par le centre de balnéothérapie

La solution inverse à la première, est pour le propriétaire de confier son cheval en pension au centre de balnéothérapie, où il sera travaillé tous les jours dans le respect de ses aptitudes physiques. Cette solution a pour principal avantage que le propriétaire ne s'occupe de rien, la perte de poids de leur cheval est entièrement gérée par les professionnels du centre. Le gros inconvénient, en revanche, est que c'est une solution coûteuse, puisque la durée de séjour du cheval est fonction de la vitesse de sa perte de poids et de l'objectif à atteindre. Dans ce cadre, il est difficile de donner une tarification. A titre d'exemple, au Haras de la Belletière, structure qui travaille régulièrement avec des chevaux obèses, sur une durée d'un mois, les patients traités peuvent perdre jusqu'à 100kg. Si l'on fait le parallèle avec la médecine humaine, les cures d'amaigrissement s'effectuent sur plusieurs semaines également, avec une prise en charge nutritionnelle des patients, ainsi qu'une adaptation de leur activité physique quotidienne. Ainsi, en centre de balnéothérapie équine, ce service comprend une prise en charge nutritionnelle adaptée, ainsi que le travail du cheval par différentes activités quotidiennes :

- Aquatiques : bassin de nage, tapis ou marcheur immergé
- Terrestres : sorties au paddock, travail en longe ou en marcheur sec

Le travail terrestre est important car comme évoqué dans la partie bibliographique, la balnéothérapie ne permet pas un travail uniforme de tous les groupes musculaires du cheval. De plus, le travail hors d'eau permet une activité physique plus intense, assurant une dépense énergétique plus importante. Cette solution permet également de laisser le temps au cheval de s'adapter à son nouvel environnement et de s'adapter en douceur au travail dans l'eau comme évoqué précédemment.

Solution 3 : la solution intermédiaire

Une dernière solution pour les propriétaires serait de laisser leur cheval en cure, mais en définissant dès le départ une durée de séjour. Dans ce cas, le centre de balnéothérapie va chercher à optimiser la perte du poids du cheval dans la mesure de ses capacités physiques et dans le respect de son bien-être. Cette solution a l'avantage que la prise en charge est entièrement gérée par les professionnels de la structure sur la période définie par les propriétaires. De plus, financièrement, ce sont ces derniers qui décident du montant initial qu'ils souhaitent investir dans cette méthode. Attention toutefois, certains centres ne prennent les chevaux obèses en cure que pour une durée minimale (qui est en général de 15 jours). En effet, tout comme en médecine humaine, la pratique de la balnéothérapie pour une durée très courte (quelques jours à une semaine) ne permet pas d'observer les effets recherchés, à savoir la perte de poids, car c'est un processus qui s'amorce au bout de plusieurs séances et dont les effets sont visibles sur le long terme. Ainsi, cette durée de séjour minimale permet d'éviter toute frustration aux propriétaires d'avoir investi de l'argent sans résultat visible.

Ainsi, la balnéothérapie est une méthode dont l'efficacité sur la perte de poids reste à prouver par des publications scientifiques, mais qui s'avère assez flexible et adaptable à tout profil de cheval et de propriétaire. L'aspect financier est en effet le cœur des préoccupations, et c'est une pratique qui reste coûteuse, bien qu'en plein essor. Elle n'en reste pas moins un outils assez accessible, même pour les budgets limités, il suffit de trouver le compromis idéal pour le propriétaire, son cheval et les professionnels du centre. Cependant, il est important de noter que le travail en centre de balnéothérapie n'est pas quelque chose de définitif. En effet, cette technique permet d'amorcer une perte de poids, mais la durabilité des effets dépend des propriétaires. Les professionnels doivent les informer qu'un travail de fond est à mettre en place lors du retour à la maison afin d'assurer la continuité de la perte de poids, sa stabilisation ou de prévenir d'une rechute. Ainsi, la prise en charge d'un cheval obèse est en ce sens un investissement durable en temps pour les propriétaires.

2. Cartographie des centres de balnéothérapie en France

La seconde contrainte de la balnéothérapie selon les propriétaires interrogés était l'absence d'un centre à proximité de leur domicile. Une façon simple d'apprécier le phénomène est de répertorier sur une carte les différents centres présents en France métropolitaine. La figure ci-

dessous répertorie les 19 établissements affirmant avoir une activité de balnéothérapie équine en France métropolitaine. On constate qu'il en existe peu, et que la plupart se concentrent sur les littoraux.



Figure 27 : Cartographie des établissements affirmant avoir une activité de balnéothérapie équine en France métropolitaine (source : Google Maps)

En parcourant leurs sites internet ou les pages de leurs réseaux sociaux, il est possible de classer ces établissements en 2 catégories :

- Ceux qui sont axés sur le bien-être des chevaux et la détente de l'animal après un effort physique intense. Ils proposent des balades en bord de mer afin d'assurer la récupération tendineuse et ligamentaire du cheval et d'améliorer son bien-être mental. Ces établissements pratiquent en fait plutôt la thalassothérapie (utilisation des bienfaits de la mer et du climat marin) que la balnéothérapie au sens où elle a été définie au début de cette étude.
- Ceux plutôt spécialisés dans l'entretien et l'optimisation de l'entraînement chez le cheval de sport, ainsi que la rééducation fonctionnelle de l'animal. Ces établissements sont en général équipés de plusieurs outils différents afin de s'adapter au mieux à chaque cheval : piscine, marcheur immergé, tapis roulant immergé et/ou classique inclinable ou non, solarium, spa... Ce sont plutôt vers ces établissements que les propriétaires de chevaux en surpoids ou obèses pourraient se tourner pour une prise en charge complète et adaptée de leur animal.

En ce qui concerne l'accessibilité des centres de balnéothérapie, cela s'avère effectivement un peu plus délicat et moins flexible que l'aspect financier. Toutefois, des tapis roulants

immergés transportables existent, ce qui ouvre la possibilité de voir un jour apparaître un service de balnéothérapie itinérant, ce qui pourrait être une solution à ce problème.

3. La continuité de ce travail de thèse : une étude quantitative de l'efficacité de la balnéothérapie sur la perte de poids du cheval obèse

Tout l'intérêt de ce travail de thèse était à l'origine d'étudier l'efficacité de la balnéothérapie dans la perte de poids d'un patient obèse grâce à un deuxième questionnaire (annexe 4). Ce dernier prend en compte l'espèce humaine, canine et équine. Néanmoins, le présent travail n'était qu'une étude préliminaire au sujet, et l'étude qualitative et quantitative peut faire l'objet d'un travail de thèse à part entière. Un autre projet intéressant aurait été de constituer plusieurs groupes de patients des trois espèces comme suit :

- Groupe 1 : prise en charge nutritionnelle seule
- Groupe 2 : prise en charge par activité physique seule (sans balnéothérapie)
- Groupe 3 : prise en charge psycho-comportementale seule
- Groupe 4 : prise en charge par balnéothérapie seule
- Groupe 5 : prise en charge nutritionnelle + activité physique
- Groupe 6 : prise en charge nutritionnelle + psycho-comportementale
- Groupe 7 : prise en charge nutritionnelle + balnéothérapie
- Groupe 8 : Prise en charge nutritionnelle + activité physique + psycho-comportementale
- Groupe 9 : Prise en charge nutritionnelle + balnéothérapie + psycho-comportementale
- Groupe 10 : Prise en charge nutritionnelle + activité physique + balnéothérapie + psycho-comportementale

En comparant la vitesse de perte de poids des patients de ces différents groupes dans les trois espèces, il aurait été possible d'estimer qu'elle prise en charge était la plus optimale, et si la balnéothérapie est efficace en comparaison à une activité physique classique. De plus, on pourrait déterminer s'il était possible de la substituer à une activité physique classique en

carrière dans des cas précis de patients qui ne peuvent pas pratiquer d'activité physique en surcharge totale (ancienne fracture par exemple). Enfin, il serait intéressante de mener cette étude sur le long term (plusieurs années) pour déterminer si un outil comme la balnéothérapie permet une stabilisation du poids durable dans le temps aussi efficace q'une prise en charge classique. Le questionnaire en annexe 4 est modifiable pour une étude future si nécessaire.

V. Conclusion

L'obésité est une maladie complexe et très répandue autant en médecine humaine qu'en médecine vétérinaire. Elle peut avoir de nombreuses conséquences : cardiovasculaires et respiratoires, métaboliques, ostéoarticulaires, tendineuses, ligamentaires et endocriniennes. La prise en charge s'effectue en trois axes principaux :

- Adaptation nutritionnelle permettant une diminution des apports caloriques
- Augmentation de l'activité physique du patient afin de limiter la perte de masse maigre lors de la perte de poids et permettre l'augmentation de la dépense énergétique,
- Prise en charge psycho-comportementale afin de corriger un trouble du comportement alimentaire si nécessaire.

La balnéothérapie s'avère être une méthode indiquée dans une prise en charge complémentaire de l'obésité car elle permet une remise en charge précoce du patient ainsi que la reprise d'une activité physique douce et progressive. De plus, c'est une méthode qui, de par les propriétés physiques de l'eau, permet d'épargner les systèmes musculosquelettiques et ostéoarticulaires. La partie expérimentale, à travers un questionnaire en ligne, a révélé que les propriétaires de chevaux manquent de connaissances sur la détection de l'obésité d'un cheval, mais qu'ils en connaissent les conséquences sur la santé de leur animal, ainsi que les modalités générales de sa prise en charge. Concernant l'utilisation de la balnéothérapie comme méthode complémentaire à la prise en charge de l'obésité chez le cheval, les propriétaires semblent s'y intéresser mais les contraintes (coût, temps, transport et absence de centres à proximité de chez eux) la rendent encore insuffisamment accessible selon eux. Toutefois, des solutions alternatives peuvent exister et des compromis peuvent être trouvés pour permettre une prise en charge d'un cheval obèse par cette méthode, tout en

s'affranchissant de certaines contraintes pour les propriétaires. C'est donc une technique qui a du potentiel et qui pourrait, dans les années à venir, se démocratiser dans le cadre d'une telle prise en charge.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

**Pour autorisation d'impression de la thèse d'exercice en vue de l'obtention du
diplôme d'Etat de docteur vétérinaire**

Je soussignée, Elodie LALLEMAND, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de VIDAL Emilie intitulée « **Etude comparative de la prise en charge de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval : place de la balnéothérapie** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 10/05/2022
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Docteure Elodie LALLEMAND



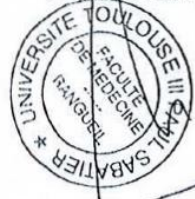

Vu :
La Présidente du jury
Professeure Annabelle MEYNADIER



Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul
Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le Doyen de la faculté de
Santé de Toulouse
Monsieur Philippe POMAR



Mme VIDAL Emilie
a été admis(e) sur concours en : 2017
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 15/07/2021
a validé l'ensemble des crédits ECTS relatifs à la préparation de la thèse d'exercice le : 16/05/2022



Bibliographie

- (1) Adams, P., R. Bolus, S. Middleton, A. P. Moores, et J. Grierson. « Influence of Signalment on Developing Cranial Cruciate Rupture in Dogs in the UK ». *Journal of Small Animal Practice* 52, n° 7 (juillet 2011): 347-52. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01073.x>.
- (2) Alizée Dewerd. « Suivi médico-sportif du cheval d'endurance équestre ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2018.
- (3) André Dallaire, Jean-Claude Barrey, Yves Rossier, Laurent Sauvé, et Michel Carrier. « Connaissez-vous votre cheval ? », 10. Conseil des productions animales du Québec, 1992.
- (4) Anne Pozza. « Mise en place d'un centre de rééducation fonctionnelle pour animaux de compagnie ». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 2008.
- (5) Anne-Cécile Caël. « Réalisation d'un guide de prise en charge du surpoids et de l'obésité chez le chien et le chat à destination du vétérinaire et du propriétaire ». Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2018.
- (6) Anne-Charlotte, Sarah FÜRbacher. « Dysfonctionnement de la pars intermedia de la glande pituitaire et fourbure : enquête épidémiologique en France (2013-2017) chez le cheval de plus de 10 ans ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2019.
- (7) ANSES. « Résumé des caractéristiques du produit : Selgian ND », 6 février 2007. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=SELGIAN+20+KG>.
- (8) Argo, Caroline McG., Gemma C. Curtis, Dai Grove-White, Alexandra H.A. Dugdale, Clare F. Barfoot, et Patricia A. Harris. « Weight Loss Resistance: A Further Consideration for the Nutritional Management of Obese Equidae ». *The Veterinary Journal* 194, n° 2 (novembre 2012): 179-88. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.09.020>.
- (9) Argo, Caroline McG., Alexandra H.A. Dugdale, et Catherine M. McGowan. « Considerations for the Use of Restricted, Soaked Grass Hay Diets to Promote Weight Loss in the Management of Equine Metabolic Syndrome and Obesity ». *The Veterinary Journal* 206, n° 2 (novembre 2015): 170-77. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.07.027>.
- (10) Arnaud Basdevant et Bernard Guy-Grand. *Médecine de l'obésité*. Flammarion Médecine. Traités, 2004.
- (11) Arnaud Lallemand. « Paddock Paradise et écurie active ». Ecurie active, 28 avril 2016. <https://ecurie-active.fr/articles/paddock-paradise-ecurie-active/#:~:text=Dans%20le%20paddock%20paradise%2C%20ils,dominants%20dans>

%20une%20ambiance%20calme.

- (12) Aurélie Vigreux. « Mise au point bibliographique sur le comportement alimentaire du cheval ». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 2014.
- (13) Avode, Zinsou. « La prise en charge de l'obésité : attitudes et pratiques des médecins généralistes en Haute-Vienne », s. d., 119.
- (14) B. Beck. « Faim et satiété : des phénomènes multirégulés au niveau du système nerveux central et en périphérie ». *Political Science*, Sang Thrombose Vaisseaux, 1 octobre 2003, 8.
- (15) Bach, Jonathan F., Elizabeth A. Rozanski, Daniela Bedenice, Daniel L. Chan, Lisa M. Freeman, Jennifer L. S. Lofgren, Trisha J. Oura, et Andrew M. Hoffman. « Association of Expiratory Airway Dysfunction with Marked Obesity in Healthy Adult Dogs ». *American Journal of Veterinary Research* 68, n° 6 (juin 2007): 670-75. <https://doi.org/10.2460/ajvr.68.6.670>.
- (16) Baldwin, Kimberly, Joe Bartges, Tony Buffington, Lisa M. Freeman, Mary Grabow, Julie Legred, et Donald Ostwald. « AAHA Nutritional Assessment Guidelines for Dogs and Cats ». *Journal of the American Animal Hospital Association* 46, n° 4 (1 juillet 2010): 285-96. <https://doi.org/10.5326/0460285>.
- (17) Barrey, E. « Les objectifs et les critères de sélection : Evaluation de l'aptitude sportive chez le cheval : application à la définition de critères précoces de sélection ». *INRAE Productions Animales* 5, n° HS (2 décembre 1992): 167-73. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1992.5.HS.4281>.
- (18) Basdevant, Arnaud. « L'obésité : origines et conséquences d'une épidémie ». *Comptes Rendus Biologies* 329, n° 8 (août 2006): 562-69. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2006.03.018>.
- (19) Becker, Bruce E. « The Biologic Aspects of Hydrotherapy ». Édité par Andrew J. Cole et Bruce E. Becker. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 4, n° 4 (1 octobre 1994): 255-64. <https://doi.org/10.3233/BMR-1994-4405>.
- (20) Berenbaum, Francis, et Jérémie Sellam. « Obesity and osteoarthritis: what are the links? » *Joint Bone Spine* 75, n° 6 (décembre 2008): 667-68. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2008.07.006>.
- (21) Berggren, Jason R., Matthew W. Hulver, et Joseph A. Houmard. « Fat as an Endocrine Organ: Influence of Exercise ». *Journal of Applied Physiology* 99, n° 2 (août 2005): 757-64. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00134.2005>.

- (22) Bertrand Bellot. « Prise en charge du patient adulte en surpoids aux Thermes de Vittel ». Université de Lorraine, 2012. (hal-01734052).
- (23) Bland, I.M., A. Guthrie-Jones, R.D. Taylor, et J. Hill. « Dog Obesity: Owner Attitudes and Behaviour ». *Preventive Veterinary Medicine* 92, n° 4 (décembre 2009): 333-40. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.08.016>.
- (24) Borgia, L., S. Valberg, M. McCue, K. Watts, et J. Pagan. « Glycaemic and Insulinaemic Responses to Feeding Hay with Different Non-Structural Carbohydrate Content in Control and Polysaccharide Storage Myopathy-Affected Horses: NSC Content of Hay as Fed to PSSM Horses ». *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 95, n° 6 (décembre 2011): 798-807. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01116.x>.
- (25) Bray, A. « Pathophysiology of Obesity ». *The American Journal of Clinical Nutrition*, février 1992, 7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/55.2.488s>.
- (26) Brinkmann, Lea, Martina Gerken, et Alexander Riek. « Adaptation Strategies to Seasonal Changes in Environmental Conditions of a Domesticated Horse Breed, the Shetland Pony (*Equus Ferus Caballus*) ». *Journal of Experimental Biology* 215, n° 7 (1 avril 2012): 1061-68. <https://doi.org/10.1242/jeb.064832>.
- (27) Brooks, Dawn, Julie Churchill, Karyn Fein, Deborah Linder, Kathryn E. Michel, Ken Tudor, Ernie Ward, et Angela Witzel. « AAHA Weight Management Guidelines for Dogs and Cats ». *Journal of the American Animal Hospital Association* 50, n° 1 (janvier 2014): 1-11. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6331>.
- (28) Burguera, Bartolome, et Marta E Couce. « Leptin Access into the Brain A Saturated Transport Mechanism in Obesity », 2001, 4.
- (29) C. Blanckaert. *Obésité du chien*. Elsevier Masson. Abrégés Vétérinaire. Issy-les-Moulineaux, 2009.
- (30) C. Monty. « Contribution de la physiothérapie dans la lutte contre la douleur chez le chien et le cheval ». Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2004.
- (31) Camille Lasserre. « Traitements complémentaires de l'obésité du chien par acupuncture ». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 2018.
- (32) Carroll, C. L., et P. J. Huntington. « Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses ». *Equine Veterinary Journal* 20, n° 1 (janvier 1988): 41-45. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1988.tb01451.x>.
- (33) Carslake, H.B., C.McG. Argo, G.L. Pinchbeck, A.H.A. Dugdale, et C.M. McGowan. « Insulinaemic and Glycaemic Responses to Three Forages in Ponies ». *The*

- Veterinary Journal* 235 (mai 2018): 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.03.008>.
- (34) Catalano, Devan N., Robert J. Coleman, Marcia R. Hathaway, Molly E. McCue, Aaron K. Rendahl, et Krishona L. Martinson. « Estimation of Actual and Ideal Bodyweight Using Morphometric Measurements and Owner Guessed Bodyweight of Adult Draft and Warmblood Horses ». *Journal of Equine Veterinary Science* 39 (avril 2016): 38-43. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.09.002>.
- (35) Cattenoz, M, M Lauerjat, et C Chambrier. « Prise en charge nutritionnelle de l'obèse en réanimation ». *Réanimation* 15, n° 6 (novembre 2006): 449-53. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2006.09.008>.
- (36) Claire Cerdan. « L'index glycémique des aliments dans l'alimentation des chevaux ». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 2012.
- (37) Christine Briant. « L'exercice quotidien : nécessaire et bienfaiteur ». Equipédia IFCE, 1 juin 2016. <https://equipedia.ifce.fr/sante-et-bien-etre-animal/bien-etre-et-comportement-animal/comportement-du-cheval/l-exercice-quotidien-necessaire-et-bienfaiteur>.
- (38) Ciangura, C., et C. Poitou-Bernert. « Complications des obésités ». *EMC - Endocrinologie - Nutrition* 8, n° 1 (janvier 2011): 1-12. [https://doi.org/10.1016/S1155-1941\(11\)51424-6](https://doi.org/10.1016/S1155-1941(11)51424-6).
- (39) Clayton, Hilary M., J. L. Lanovaz, H. C. Schamhardt, et R. Wessum. « The Effects of a Rider's Mass on Ground Reaction Forces and Fetlock Kinematics at the Trot ». *Equine Veterinary Journal* 31, n° S30 (10 juin 2010): 218-21. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05221.x>.
- (40) Clement, K., et D. Langin. « Regulation of Inflammation-Related Genes in Human Adipose Tissue ». *Journal of Internal Medicine* 262, n° 4 (octobre 2007): 422-30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2007.01851.x>.
- (41) Collège des enseignants de nutrition. « Composition corporelle ». Université médicale virtuelle francophone, 1 février 2011. http://campus.cerimes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_2/site/html/3.html.
- (42) Colliard, Laurence, Julie Ancel, Jean-Jacques Benet, Bernard-Marie Paragon, et Géraldine Blanchard. « Risk Factors for Obesity in Dogs in France ». *The Journal of Nutrition* 136, n° 7 (1 juillet 2006): 1951S-1954S. <https://doi.org/10.1093/jn/136.7.1951S>.
- (43) Constance Cléradin. « Connaissances actuelles dans la prise en charge multidisciplinaire

- de l'obésité adulte : Réflexions personnelles sur plusieurs cas cliniques rencontrés lors du parcours de stage clinique en masso--kinésithérapie ». Institut Régional de Formation aux Métiers de Rééducation et Réadaptation des Pays de la Loire, 2015.
- (44) Corinne Vial. « Adaptation du cheval à l'effort : travail et rééducation en piscine ». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 1991.
- (45) Costentin, J. « Éléments de physiologie et de neurobiologie de la prise alimentaire ». *Annales pharmaceutiques françaises* 62, n° 2 (mars 2004): 11.
- (46) Courcier, E. A., R. M. Thomson, D. J. Mellor, et P. S. Yam. « An Epidemiological Study of Environmental Factors Associated with Canine Obesity ». *Journal of Small Animal Practice* 51, n° 7 (6 avril 2010): 362-67. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2010.00933.x>.
- (47) Courties, Alice, Francis Berenbaum, et Jérémie Sellam. « Obésité et arthrose : actualités sur une association plus complexe que prévu ». *Revue du Rhumatisme* 82, n° 3 (mai 2015): 170-72. <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2014.11.008>.
- (48) Crane, S.W. « Occurrence and Management of Obesity in Companion Animals ». *Journal of Small Animal Practice* 32, n° 6 (juin 1991): 275-82. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1991.tb00930.x>.
- (49) Dallaire, A, et Y Ruckebusch. « Sleep and Wakefulness in the Housed Pony Under Different Dietary Conditions » 38 (1974): 7.
- (50) DGOS - DGS - CNAM (Contribution HAS). « Feuille de route - Prise en charge des personnes en situation d'obésité », 2022 2019.
- (51) Diététicien Nutritionniste Santé. « Méthodes de mesure des plis cutanés chez le sportif ». Diététicien Nutritionniste Santé, 2005. <http://www.dieteticien-nutritionniste-sante.com/methode-mesure-plis-cutanes.php>.
- (52) Doreau, M., H. Dubroeuq, M. Dumont St-Priest, et F. Sauvage. « Comportement alimentaire du cheval à l'écurie ». *Annales de Zootechnie* 27, n° 3 (1978): 291-302. <https://doi.org/10.1051/animres:19780301>.
- (53) Downs, Danielle Symons. « Obesity in Special Populations ». *Primary Care: Clinics in Office Practice* 43, n° 1 (mars 2016): 109-20. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2015.09.003>.
- (54) Durham, Andy E., Nicholas Frank, Cathy M. McGowan, Nicola J. Menzies-Gow, Ellen Roelfsema, Ingrid Vervuert, Karsten Feige, et Kerstin Fey. « ECEIM Consensus Statement on Equine Metabolic Syndrome ». *Journal of Veterinary Internal Medicine*

- 33, n° 2 (mars 2019): 335-49. <https://doi.org/10.1111/jvim.15423>.
- (55) Erik Muls. « Obésité : Le consensus du BASO (Belgian Association for the Study of Obesity) - Un guide pratique pour l'évaluation et le traitement de l'excès de poids », s. d. <https://docplayer.fr/10939204-Obesite-le-consensus-du-baso-belgian-association-for-the-study-of-obesity-un-guide-pratique-pour-l-evaluation-et-le-traitement-de-l-exces-de-poids.html>.
- (56) Espie, Laure. « Les méthodes morphométriques d'estimation du poids chez le cheval et le poney adultes », s. d., 62.
- (57) Etienne Patigny. « Sciences équestres : chapitre 1 ». Association des moniteurs équestres brevetés, 23 janvier 2008. <https://www.ameb.be/index.php/documentation/sciences-equestre/2-uncategorised/36-se1>.
- (58) European Medicine Agency. « Résumé des caractéristiques du produit : Clomicalm ND », s. d. https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/clomicalm-epar-product-information_fr.pdf.
- (59) European Medicine Agency. « Résumé des caractéristiques du produit : Reconcil ND », s. d. https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2016/20160919135942/anx_135942_fr.pdf.
- (60) Eveline ESCHWEGE, Marie-Aline CHARLES, Arnaud BASDEVANT, Christine MOISAN, Geneviève BONNÉLYE, Chantal TOUBOUL, Nilam Goulhamousen, et Amandine CRINE. « Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité ». Obepi Roche, 2012. https://presse.inserm.fr/wp-content/uploads/2012/10/obepi_2012.pdf.
- (61) Faucher, Pauline, et Christine Poitou. « Physiopathologie de l'obésité ». *Revue du Rhumatisme Monographies* 83, n° 1 (février 2016): 6-12. <https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2015.08.002>.
- (62) Fleurance, G., P. Duncan, H. Fritz, I.J. Gordon, et M.-F. Grenier-Loustalot. « Influence of Sward Structure on Daily Intake and Foraging Behaviour by Horses ». *Animal* 4, n° 3 (2010): 480-85. <https://doi.org/10.1017/S1751731109991133>.
- (63) Frank, N., R.J. Geor, S.R. Bailey, A.E. Durham, et P.J. Johnson. « Equine Metabolic Syndrome ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 24, n° 3 (2 avril 2010): 467-75. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0503.x>.
- (64) Freeman, L.M., J.J. Kehayias, et R. Roubenoff. « Use of Dual-Energy x-Ray Absorptiometry (DEXA) to Measure Lean Body Mass, Body Fat, and Bone Mineral

- Content ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 10, n° 2 (mars 1996): 99-100.
<https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1996.tb02037.x>.
- (65) Furukawa, Shigetada, Takuya Fujita, Michio Shimabukuro, Masanori Iwaki, Yukio Yamada, Yoshimitsu Nakajima, Osamu Nakayama, Makoto Makishima, Morihiro Matsuda, et Iichiro Shimomura. « Increased Oxidative Stress in Obesity and Its Impact on Metabolic Syndrome ». *Journal of Clinical Investigation* 114, n° 12 (15 décembre 2004): 1752-61. <https://doi.org/10.1172/JCI21625>.
- (66) Garcia-Seco, Elena, David A. Wilson, Joanne Kramer, Kevin G. Keegan, Keith R. Branson, Philip J. Johnson, et Jeff W. Tyler. « Prevalence and Risk Factors Associated with Outcome of Surgical Removal of Pedunculated Lipomas in Horses: 102 Cases (1987-2002) ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 226, n° 9 (mai 2005): 1529-37. <https://doi.org/10.2460/javma.2005.226.1529>.
- (67) Géraldine Blanchard et Bernard-Marie Paragon. *L'alimentation des chiens*. 2ème Edition. Campagne et compagnie. France Agricole, 2020. <https://univ-toulouse-scholarvox-com.gorgone.univ-toulouse.fr/reader/docid/88885668/page/121>.
- (68) German, A. J., et L. E. Morgan. « How Often Do Veterinarians Assess the Bodyweight and Body Condition of Dogs? » *Veterinary Record* 163, n° 17 (octobre 2008): 503-5. <https://doi.org/10.1136/vr.163.17.503>.
- (69) German, A.J., M. Hervera, L. Hunter, S.L. Holden, P.J. Morris, V. Biourge, et P. Trayhurn. « Improvement in Insulin Resistance and Reduction in Plasma Inflammatory Adipokines after Weight Loss in Obese Dogs ». *Domestic Animal Endocrinology* 37, n° 4 (novembre 2009): 214-26. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2009.07.001>.
- (70) German, Alexander J., Emily Blackwell, Mark Evans, et Carri Westgarth. « Overweight Dogs Are More Likely to Display Undesirable Behaviours: Results of a Large Online Survey of Dog Owners in the UK ». *Journal of Nutritional Science* 6 (2017): e14. <https://doi.org/10.1017/jns.2017.5>.
- (71) German, Alexander J., Shelley L. Holden, Glyn L. Moxham, Karen L. Holmes, Rachel M. Hackett, et John M. Rawlings. « A Simple, Reliable Tool for Owners to Assess the Body Condition of Their Dog or Cat ». *The Journal of Nutrition* 136, n° 7 (1 juillet 2006): 2031S-2033S. <https://doi.org/10.1093/jn/136.7.2031S>.
- (72) Gilles Péninou et Patrick Colné. *La posture debout : biomécanique fonctionnelle de l'analyse au diagnostic*. Elsevier Masson, 2018. <https://www.elsevier.com/fr->

fr/connect/kine-osteo/posture-et-equilibre-deux-notions-differentes.

- (73) Glunk, E. C., M. R. Hathaway, A. M. Grev, E. D. Lamprecht, M. C. Maher, et K. L. Martinson. « The Effect of a Limit-Fed Diet and Slow-Feed Hay Nets on Morphometric Measurements and Postprandial Metabolite and Hormone Patterns in Adult Horses¹ ». *Journal of Animal Science* 93, n° 8 (1 août 2015): 4144-52. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9150>.
- (74) Gong, Meirong, Xinjun Wang, Zhen Mao, Qinhuo Shao, Xiaoren Xiang, et Bin Xu. « Effect of Electroacupuncture on Leptin Resistance in Rats with Diet-Induced Obesity ». *The American Journal of Chinese Medicine* 40, n° 03 (janvier 2012): 511-20. <https://doi.org/10.1142/S0192415X12500395>.
- (75) Greening, Linda, Victoria Shenton, Kate Wilcockson, et James Swanson. « Investigating Duration of Nocturnal Ingestive and Sleep Behaviors of Horses Bedded on Straw versus Shavings ». *Journal of Veterinary Behavior* 8, n° 2 (mars 2013): 82-86. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.05.003>.
- (76) Hampson, Ba, Jm Morton, Pc Mills, Mg Trotter, Dw Lamb, et Cc Pollitt. « Monitoring Distances Travelled by Horses Using GPS Tracking Collars ». *Australian Veterinary Journal* 88, n° 5 (mai 2010): 176-81. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2010.00564.x>.
- (77) Handl, Stefanie, Alexander J. German, Shelley L. Holden, Scot E. Dowd, Jörg M. Steiner, Romy M. Heilmann, Ryan W. Grant, Kelly S. Swanson, et Jan S. Suchodolski. « Faecal Microbiota in Lean and Obese Dogs ». *FEMS Microbiology Ecology* 84, n° 2 (mai 2013): 332-43. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12067>.
- (78) Haute Autorité de Santé. « Prescription d'activité physique et sportive - surpoids et obésité de l'adulte ». Haute Autorité de Santé, Septembre 2018. www.has-sante.fr.
- (79) Haute Autorité de Santé. « Surpoids et obésité de l'adulte - prise en charge médicale de premier recours », septembre 2011.
- (80) Hélène Tiberghien. « Contribution à l'étude de la physiothérapie : étude des dossiers des suivis en consultations à l'unité de médecine de l'élevage et du sport de 2001 à 2011 ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2012.
- (81) Henegar, Jeffrey R, Steven A Bigler, Lisa K Henegar, Suresh C Tyagi, et John E Hall. « Functional and Structural Changes in the Kidney in the Early Stages of Obesity ». *J Am Soc Nephrol*, 2001, 7.
- (82) Henk Karst, Jochen Steiniger, R Noack, et H D Steglich. « Diet-induced thermogenesis

- in man - thermic effects of single proteins, carbohydrates and fats depending on their energy amount ». In *Annals of nutrition & metabolism*, 28:245-52. 4, 1984.
- (83) Henneke, D. R., G. D. Potter, J. L. Kreider, et B. F. Yeates. « Relationship between Condition Score, Physical Measurements and Body Fat Percentage in Mares ». *Equine Veterinary Journal* 15, n° 4 (octobre 1983): 371-72. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x>.
- (84) Houpt, Katherine. « Ingestive Behavior Problems of Dogs and Cats ». *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 12, n° 4 (novembre 1982): 683-92. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(82\)50112-X](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(82)50112-X).
- (85) Hutchins, D. R., S. A. McCLINTOCK, et M. A. Brownlow. « Equine Flotation Tank Design and Technique ». *Equine Veterinary Journal* 18, n° 1 (janvier 1986): 65-67. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03540.x>.
- (87) Jacobs, Eric J. « Waist Circumference and All-Cause Mortality in a Large US Cohort ». *Archives of Internal Medicine* 170, n° 15 (9 août 2010): 1293. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2010.201>.
- (88) Jéquier, Eric, et Luc Tappy. « Regulation of Body Weight in Humans ». *Physiological Reviews* 79, n° 2 (1 avril 1999): 451-80. <https://doi.org/10.1152/physrev.1999.79.2.451>.
- (89) Jeusette, Isabelle C., Estelle T. Lhoest, Louis P. Istasse, et Marianne O. Diez. « Influence of Obesity on Plasma Lipid and Lipoprotein Concentrations in Dogs ». *American Journal of Veterinary Research* 66, n° 1 (janvier 2005): 81-86. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2005.66.81>.
- (90) Jewell, Dennis E, William D Schoenherr, Jacques Debraekeleer, et Steven C Zicker. « Macronutrients ». In *Small Animal Clinical Nutrition*, 5ème Edition., 57. Mark Morris Institute, 2010.
- (91) Ji, Bo, Jay Hu, et Shengxing Ma. « Effects of Electroacupuncture Zusanli (ST36) on Food Intake and Expression of POMC and TRPV1 through Afferents-Medulla Pathway in Obese Prone Rats ». *Peptides* 40 (février 2013): 188-94. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2012.10.009>.
- (92) Johnson, P. J., N. T. Messer, et V. K. Ganjam. « Cushing's Syndromes, Insulin Resistance and Endocrinopathic Laminitis ». *Equine Veterinary Journal* 36, n° 3 (5 janvier 2010): 194-98. <https://doi.org/10.2746/0425164044877279>.
- (93) Johnson, Philip J., Charles E. Wiedmeyer, Nat T. Messer, et Venkateshu K. Ganjam.

- « Medical Implications of Obesity in Horses—Lessons for Human Obesity ». *Journal of Diabetes Science and Technology* 3, n° 1 (janvier 2009): 163-74. <https://doi.org/10.1177/193229680900300119>.
- (94) Johnston, Spencer A., Ronald M. McLaughlin, et Steven C. Budberg. « Nonsurgical Management of Osteoarthritis in Dogs ». *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 38, n° 6 (novembre 2008): 1449-70. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.08.001>.
- (95) Julie Ménard. « Rééducation fonctionnelle et analgésie chez le chien après une chirurgie orthopédique ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2006.
- (96) Kathmann, I, S Cizinauskas, M G Doherr, F Steffen, et A Jaggy. « Daily Controlled Physiotherapy Increases Survival Time in Dogs with Suspected Degenerative Myelopathy », s. d., 6.
- (97) Kealy, Richard D., Dennis F. Lawler, Joan M. Ballam, George Lust, Daryl N. Biery, Gail K. Smith, et Sandra L. Mantz. « Evaluation of the Effect of Limited Food Consumption on Radiographic Evidence of Osteoarthritis in Dogs ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 217, n° 11 (décembre 2000): 1678-80. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.217.1678>.
- (98) Kemoun, G., E. Watelain, et P. Carette. « Hydrokinésithérapie ». *EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation* 2, n° 3 (janvier 2006): 1-28. [https://doi.org/10.1016/S1283-0887\(06\)43711-7](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(06)43711-7).
- (99) Kershaw, Erin E., et Jeffrey S. Flier. « Adipose Tissue as an Endocrine Organ ». *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89, n° 6 (juin 2004): 2548-56. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0395>.
- (100) Kieler, Ida N., Shamrulazhar Shamzir Kamal, Anne D. Vitger, Dennis S. Nielsen, Charlotte Lauridsen, et Charlotte R. Bjornvad. « Gut Microbiota Composition May Relate to Weight Loss Rate in Obese Pet Dogs ». *Veterinary Medicine and Science* 3, n° 4 (novembre 2017): 252-62. <https://doi.org/10.1002/vms3.80>.
- (101) Kronfeld, David S., Susan Donoghue, et Lawrence T. Glickman. « Body Condition and Energy Intakes of Dogs in a Referral Teaching Hospital ». *The Journal of Nutrition* 121, n° suppl_11 (1 novembre 1991): S157-58. https://doi.org/10.1093/jn/121.suppl_11.S157.
- (102) Laflamme, Dp, et G Kuhlman. « The Effect of Weight Loss Regimen on Subsequent Weight Maintenance in Dogs ». *Nutrition Research* 15, n° 7 (juillet 1995): 1019-28.

[https://doi.org/10.1016/0271-5317\(95\)00063-O](https://doi.org/10.1016/0271-5317(95)00063-O).

- (103) Lauer, Michael, Erika Sivarajan Froelicher, Mark Williams, et Paul Kligfield. « Exercise Testing in Asymptomatic Adults: A Statement for Professionals From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention ». *Circulation* 112, n° 5 (2 août 2005): 771-76. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.166543>.
- (104) Le Groupe de Réflexion sur l'Obésité et le Surpoids. « Thérapies comportementales et cognitives ». Le Groupe de Réflexion sur l'Obésité et le Surpoids, 11 octobre 2021. <https://www.gros.org/therapies-comportementales-et-cognitives>.
- (105) Lebrun, Bruno, Bruno Bariohay, et André Jean. « Control of Food Intake : Neurobiological Aspects ». *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* 159, n° 4 (2006): 289-300. <https://doi.org/10.4267/2042/47847>.
- (106) Levine, David, Denis J. Marcellin-Little, Darryl L. Millis, Verena Tragauer, et Jason A. Osborne. « Effects of Partial Immersion in Water on Vertical Ground Reaction Forces and Weight Distribution in Dogs ». *American Journal of Veterinary Research* 71, n° 12 (décembre 2010): 1413-16. <https://doi.org/10.2460/ajvr.71.12.1413>.
- (107) Levine, David, Darryl L. Millis, Jeffrey Flocker, et Lauren MacGuire. « Aquatic Therapy ». In *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, 526-42. Elsevier, 2014. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0309-2.00031-4>.
- (108) Longland, Annette C., Clare Barfoot, et Patricia A. Harris. « Effects of Grazing Muzzles on Intakes of Dry Matter and Water-Soluble Carbohydrates by Ponies Grazing Spring, Summer, and Autumn Swards, as Well as Autumn Swards of Different Heights ». *Journal of Equine Veterinary Science* 40 (mai 2016): 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.09.009>.
- (109) Loos, C.M.M., S.C. Dorsch, S.E. Elzinga, T. Brewster-Barnes, E.S. Vanzant, A.A. Adams, et K.L. Urschel. « A High Protein Meal Affects Plasma Insulin Concentrations and Amino Acid Metabolism in Horses with Equine Metabolic Syndrome ». *The Veterinary Journal* 251 (septembre 2019): 105341. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105341>.
- (110) Lucie, Sandrine DOUBLET. « Guide pratique d'exercices de physiothérapie à domicile chez le chien ambulateur ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2019.
- (111) Lucien Simon et Christian Hérisson. *Hydrothérapie et kinébalnéothérapie*. Problèmes en médecine de rééducation 10. Masson, 1987.

- (112) Lund, Elizabeth M, P Jane Armstrong, Claudia A Kirk, et Jeffrey S Klausner. « Prevalence and Risk Factors for Obesity in Adult Dogs from Private US Veterinary Practices » 4, n° 2 (s. d.): 10.
- (113) Luquet, S., N. Marsollier, C. Cruciani-Guglielmacci, et C. Magnan. « Les signaux de la régulation du comportement alimentaire ». *Obésité* 3, n° 3 (septembre 2008): 167-76. <https://doi.org/10.1007/s11690-008-0133-5>.
- (114) M. Sloet Van Oldruitenborgh-OOsertbaan, TH. Wensing, A. Barneveld, et H. J Breukink. « Work-load in the horse during vaulting competition ». In *Equine Exercise Physiology*, 3:331-36, 1991.
- (115) Manens, J., M. Bolognin, F. Bernaerts, M. Diez, N. Kirschvink, et C. Clercx. « Effects of Obesity on Lung Function and Airway Reactivity in Healthy Dogs ». *The Veterinary Journal* 193, n° 1 (juillet 2012): 217-21. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.10.013>.
- (116) Mankowska, M., P. Krzeminska, M. Graczyk, et M. Switonski. « Confirmation That a Deletion in the POMC Gene Is Associated with Body Weight of Labrador Retriever Dogs ». *Research in Veterinary Science* 112 (juin 2017): 116-18. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.02.014>.
- (117) Mao, Junfu, Zhaofei Xia, Jiangnan Chen, et Jinhai Yu. « Prevalence and Risk Factors for Canine Obesity Surveyed in Veterinary Practices in Beijing, China ». *Preventive Veterinary Medicine* 112, n° 3-4 (novembre 2013): 438-42. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.08.012>.
- (118) Marchesini, Giulio, Simona Moscatiello, Silvia Di Domizio, et Gabriele Forlani. « Obesity-Associated Liver Disease ». *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 93, n° 11_supplement_1 (1 novembre 2008): s74-80. <https://doi.org/10.1210/jc.2008-1399>.
- (119) Margit H. Zeitler-Feicht. *Manuel du comportement du cheval. Origine, traitement et prévention des problèmes*. Eugen Ulmer Eds., 2012.
- (120) Marie-Sophie Bouchard. « Contribution à l'amélioration de la prise en charge de l'obésité du chien et du chat : analyse des consultations de nutrition à l'ENVA du 1er Janvier 2009 au 31 Décembre 2010 ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2011.
- (121) Marine Souchet. « Obésité, réadaptation à l'activité physique et ergothérapie : mesure de l'impact d'une prise en soins ergothérapeutiques sur la `` functional mobility `` de

- patients obèses adultes, hospitalisés au sein d'un service de Soins de Suite et Réadaptation bariatrique », 3 juin 2016. Dumas-01399398. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01399398>.
- (122) Marshall, W. G., B. A. Bockstahler, D. A. Hulse, et S. Carmichael. « A Review of Osteoarthritis and Obesity: Current Understanding of the Relationship and Benefit of Obesity Treatment and Prevention in the Dog ». *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22, n° 05 (2009): 339-45. <https://doi.org/10.3415/VCOT-08-08-0069>.
- (123) Martin, L. J. M., B. Siliart, H. J. W. Dumon, et P. G. Nguyen. « Hormonal Disturbances Associated with Obesity in Dogs ». *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, n° 9-10 (octobre 2006): 355-60. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00589.x>.
- (124) Martin-Rosset, W., M. Vermorel, M. Doreau, J.L. Tisserand, et J. Andrieu. « The French Horse Feed Evaluation Systems and Recommended Allowances for Energy and Protein ». *Livestock Production Science* 40, n° 1 (septembre 1994): 37-56. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90264-X](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90264-X).
- (125) Martinson, K. L., R. C. Coleman, A. K. Rendahl, Z. Fang, et M. E. McCue. « Estimation of Body Weight and Development of a Body Weight Score for Adult Equids Using Morphometric Measurements1 ». *Journal of Animal Science* 92, n° 5 (1 mai 2014): 2230-38. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6689>.
- (126) Martinson, Krishona, Hans Jung, Marcia Hathaway, et Craig Sheaffer. « The Effect of Soaking on Carbohydrate Removal and Dry Matter Loss in Orchardgrass and Alfalfa Hays ». *Journal of Equine Veterinary Science* 32, n° 6 (juin 2012): 332-38. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2011.11.009>.
- (127) Marycz, Krzysztof, Izabela Michalak, et Katarzyna Kornicka. « Advanced Nutritional and Stem Cells Approaches to Prevent Equine Metabolic Syndrome ». *Research in Veterinary Science* 118 (juin 2018): 115-25. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.015>.
- (128) Mathieu, Manon. « La balnéothérapie peut-elle avoir une incidence positive sur les patients atteints de maladies cardiovasculaires, en particulier chez les coronariens et insuffisants cardiaques ? », s. d., 37.
- (129) Mawby, Dianne I., Joseph W. Bartges, Andre d'Avignon, Dorothy P. Laflamme, Tamberlyn D. Moyers, et Tamorah Cottrell. « Comparison of Various Methods for

- Estimating Body Fat in Dogs ». *Journal of the American Animal Hospital Association* 40, n° 2 (1 mars 2004): 109-14. <https://doi.org/10.5326/0400109>.
- (130) McGreevy, P. D., P. C. Thomson, C. Pride, A. Fawcett, T. Grassi, et B. Jones. « Prevalence of Obesity in Dogs Examined by Australian Veterinary Practices and the Risk Factors Involved ». *Veterinary Record* 156, n° 22 (mai 2005): 695-702. <https://doi.org/10.1136/vr.156.22.695>.
- (131) McKenzie, Harold C. « Equine Hyperlipidemias ». *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 27, n° 1 (avril 2011): 59-72. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2010.12.008>.
- (132) McMillan, Franklin D. « Stress-Induced and Emotional Eating in Animals: A Review of the Experimental Evidence and Implications for Companion Animal Obesity ». *Journal of Veterinary Behavior* 8, n° 5 (septembre 2013): 376-85. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.11.001>.
- (133) Meier, Ursula, et Axel M Gressner. « Endocrine Regulation of Energy Metabolism: Review of Pathobiochemical and Clinical Chemical Aspects of Leptin, Ghrelin, Adiponectin, and Resistin ». *Clinical Chemistry* 50, n° 9 (1 septembre 2004): 1511-25. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2004.032482>.
- (134) Mélanie DELONGEAS. « Utilisation des piscines, marcheurs aquatiques et spas dans la rééducation fonctionnelle et l'entraînement du cheval ». Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2008.
- (135) Michel, Kathryn E., Wendy Anderson, Carolyn Cupp, et Dorothy P. Laflamme. « Correlation of a Feline Muscle Mass Score with Body Composition Determined by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry ». *British Journal of Nutrition* 106, n° S1 (12 octobre 2011): S57-59. <https://doi.org/10.1017/S000711451100050X>.
- (136) Mission, John F., Nicole E. Marshall, et Aaron B. Caughey. « Pregnancy Risks Associated with Obesity ». *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* 42, n° 2 (juin 2015): 335-53. <https://doi.org/10.1016/j.ogc.2015.01.008>.
- (137) Mlacnik, Evamaria, Barbara A. Bockstahler, Marion Müller, Mark A. Tetrick, Richard C. Nap, et Jürgen Zentek. « Effects of Caloric Restriction and a Moderate or Intense Physiotherapy Program for Treatment of Lameness in Overweight Dogs with Osteoarthritis ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 229, n° 11 (décembre 2006): 1756-60. <https://doi.org/10.2460/javma.229.11.1756>.
- (138) Morgan, R. A., J. A. Keen, et C. M. McGowan. « Treatment of Equine Metabolic

- Syndrome: A Clinical Case Series ». *Equine Veterinary Journal* 48, n° 4 (juillet 2016): 422-26. <https://doi.org/10.1111/evj.12445>.
- (139) Morgan, R., J. Keen, et C. McGowan. « Equine Metabolic Syndrome ». *Veterinary Record* 177, n° 7 (août 2015): 173-79. <https://doi.org/10.1136/vr.103226>.
- (140) Morrison, Philippa K., Charles J. Newbold, Eleanor Jones, Hilary J. Worgan, Dai H. Grove-White, Alexandra H. Dugdale, Clare Barfoot, Patricia A. Harris, et Caroline McG Argo. « The Equine Gastrointestinal Microbiome: Impacts of Age and Obesity ». *Frontiers in Microbiology* 9 (7 décembre 2018): 3017. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03017>.
- (141) Moschetti, Marilou, et Andrew J. Cole. « Aquatics: Risk Management Strategies for the Therapy Pool ». Édité par Andrew J. Cole et Bruce E. Becker. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 4, n° 4 (1 octobre 1994): 265-72. <https://doi.org/10.3233/BMR-1994-4406>.
- (142) Mosing, M., A.J. German, S.L. Holden, P. MacFarlane, V. Biourge, P.J. Morris, et I. Iff. « Oxygenation and Ventilation Characteristics in Obese Sedated Dogs before and after Weight Loss: A Clinical Trial ». *The Veterinary Journal* 198, n° 2 (novembre 2013): 367-71. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.08.008>.
- (143) Muccioli, Giampiero, Matthias Tschöp, Mauro Papotti, Romano Deghenghi, Mark Heiman, et Ezio Ghigo. « Neuroendocrine and Peripheral Activities of Ghrelin: Implications in Metabolism and Obesity ». *European Journal of Pharmacology* 440, n° 2-3 (avril 2002): 235-54. [https://doi.org/10.1016/S0014-2999\(02\)01432-2](https://doi.org/10.1016/S0014-2999(02)01432-2).
- (144) Mutch, David M., et Karine Clément. « Unraveling the Genetics of Human Obesity ». *PLoS Genetics* 2, n° 12 (2006): e188. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.0020188>.
- (145) Myriam HERNANDEZ - BRIDIER. « Obésité de l'adulte - Pratiques et attentes des médecins généralistes dans le dépistage et la prise en charge en Picardie en 2015 ». Université de Picardie Jules Verne, 2016.
- (146) Nathalie, Fernande Diard. « Le comportement alimentaire du chien et du chat : synthèse bibliographique et étude expérimentale de l'influence des phéromones sur l'ingéré volontaire et le bien-être comportemental des animaux hospitalisés à l'ENVT ». Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 2004.
- (147) National Institute for Health and Care Excellence. « Obesity: Identification, Assessment and Management », 27 novembre 2014.
- (148) Ogier, V, O Ziegler, L Méjean, Jp Nicolas, et A Stricker-Krongrad. « Obesity Is

- Associated with Decreasing Levels of the Circulating Soluble Leptin Receptor in Humans ». *International Journal of Obesity* 26, n° 4 (avril 2002): 496-503. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801951>.
- (149) Okorodudu, D O, M F Jumean, V M Montori, A Romero-Corral, V K Somers, P J Erwin, et F Lopez-Jimenez. « Diagnostic Performance of Body Mass Index to Identify Obesity as Defined by Body Adiposity: A Systematic Review and Meta-Analysis ». *International Journal of Obesity* 34, n° 5 (mai 2010): 791-99. <https://doi.org/10.1038/ijo.2010.5>.
- (150) OMS. *Obésité: prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale ; rapport d'une consultation de l'OMS*. Organisation Mondiale de la Santé. OMS, série de rapports techniques 894. Genève, 2003.
- (151) Oppert, Jean-Michel, Marie-Aline Charles, Nadine Thibult, Bernard Guy-Grand, Eveline Eschwège, et Pierre Ducimetière. « Anthropometric Estimates of Muscle and Fat Mass in Relation to Cardiac and Cancer Mortality in Men: The Paris Prospective Study ». *The American Journal of Clinical Nutrition* 75, n° 6 (1 juin 2002): 1107-13. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.6.1107>.
- (152) Organisation Mondiale de la Santé. « Obésité », 2017. https://www.who.int/fr/health-topics/obesity#tab=tab_1.
- (153) P. Rubira. « Balnéothérapie et rééducation chez le chien ». Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2004.
- (154) Paul-Ebhohimhen, Virginia, et Alison Avenell. « A Systematic Review of the Effectiveness of Group versus Individual Treatments for Adult Obesity ». *Obesity Facts* 2, n° 1 (2009): 17-24. <https://doi.org/10.1159/000186144>.
- (155) Pauline Doliguez et Nelly Genoux. « Évaluer la note d'état corporel de son cheval : une nécessité ». Equipédia IFCE, 24 mars 2022. <https://equipedia.ifce.fr/elevage-et-entretien/alimentation/nutrition-et-ration/evaluer-la-note-detat-corporel-de-son-cheval-une-necessite#auteurs>.
- (156) Pauline Doliguez. « Elaborer une ration alimentaire ». Equipédia IFCE, 10 mars 2021. <https://equipedia.ifce.fr/elevage-et-entretien/alimentation/nutrition-et-ration/elaborer-une-ration-alimentaire#:~:text=Apporter%2050%25%20du%20fourrage%20le,les%20apports%20excessifs%20d'amidon>.
- (157) Pelosi, A., D. Rosenstein, S. K. Abood, et B. N. Olivier. « Cardiac Effect of Short-Term

- Experimental Weight Gain and Loss in Dogs ». *Veterinary Record* 172, n° 6 (février 2013): 153-153. <https://doi.org/10.1136/vr.100178>.
- (158) Peña, Cristina, Lourdes Suarez, Inmaculada Bautista-Castaño, M. Candelaria Juste, Elena Carretón, et José Alberto Montoya-Alonso. « Effects of Low-Fat High-Fibre Diet and Mitratapide on Body Weight Reduction, Blood Pressure and Metabolic Parameters in Obese Dogs ». *Journal of Veterinary Medical Science* 76, n° 9 (2014): 1305-8. <https://doi.org/10.1292/jvms.13-0475>.
- (159) Pénicaud, Luc, Beatrice Cousin, Corinne Leloup, Anne Lorsignol, et Louis Casteilla. « The Autonomic Nervous System, Adipose Tissue Plasticity, and Energy Balance ». *Nutrition* 16, n° 10 (octobre 2000): 903-8. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00427-5](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00427-5).
- (160) Potter, Sj, Nj Bamford, Pa Harris, et Sr Bailey. « Prevalence of Obesity and Owners' Perceptions of Body Condition in Pleasure Horses and Ponies in South-Eastern Australia ». *Australian Veterinary Journal* 94, n° 11 (novembre 2016): 427-32. <https://doi.org/10.1111/avj.12506>.
- (161) Prins, Jan, et Debra Cutner. « AQUATIC THERAPY IN THE REHABILITATION OF ATHLETIC INJURIES ». *Clinics in Sports Medicine* 18, n° 2 (avril 1999): 447-61. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70158-7](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70158-7).
- (162) R. Wolter, C. Barre, et P. Benoit. *L'alimentation du cheval*. France Agricole, 2014.
- (163) Raffan, Eleanor, Rowena J. Dennis, Conor J. O'Donovan, Julia M. Becker, Robert A. Scott, Stephen P. Smith, David J. Withers, et al. « A Deletion in the Canine POMC Gene Is Associated with Weight and Appetite in Obesity-Prone Labrador Retriever Dogs ». *Cell Metabolism* 23, n° 5 (mai 2016): 893-900. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.04.012>.
- (164) Ralston, S. L. « Controls of Feeding in Horses ». *Journal of Animal Science* 59, n° 5 (1 novembre 1984): 1354-61. <https://doi.org/10.2527/jas1984.5951354x>.
- (165) Ralston, S. L., et C. A. Baile. « Effects of Intra-gastric Loads of Xylose, Sodium Chloride and Corn Oil on Feeding Behavior of Ponies ». *Journal of Animal Science* 56, n° 2 (1 février 1983): 302-8. <https://doi.org/10.2527/jas1983.562302x>.
- (166) Ralston, S. L., G. Van den Broek, et C. A. Baile. « Feed Intake Patterns and Associated Blood Glucose, Free Fatty Acid and Insulin Changes in Ponies ». *Journal of Animal Science* 49, n° 3 (1 septembre 1979): 838-45. <https://doi.org/10.2527/jas1979.493838x>.

- (167) Robertson, I.D. « The Association of Exercise, Diet and Other Factors with Owner-Perceived Obesity in Privately Owned Dogs from Metropolitan Perth, WA ». *Preventive Veterinary Medicine* 58, n° 1-2 (avril 2003): 75-83. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(03\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(03)00009-6).
- (168) Rocchini, Albert P, Catherine Moorehead, Elliot Wentz, et Susan Deremer. « Obesity-Induced Hypertension in the Dog. », s. d., 5.
- (169) Roquigny, C. « La gestion diététique dans le traitement du syndrome métabolique équin : approche théorique et pratique », s. d., 42.
- (170) Roudebush, Philip, William D. Schoenherr, et Sean J. Delaney. « An Evidence-Based Review of the Use of Nutraceuticals and Dietary Supplementation for the Management of Obese and Overweight Pets ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 232, n° 11 (juin 2008): 1646-55. <https://doi.org/10.2460/javma.232.11.1646>.
- (171) Royen, Paul Van, Hilde Bastiaens, An D'hondt, et Chris Provoost. « Surcharge pondérale et obésité chez l'adulte en pratique de médecine générale ». Société Scientifique de Médecine Générale, s. d. https://www.ssmg.be/wp-content/images/ssmg/files/Recommandations_de_bonne_pratique/rbp_obesiteadulte.pdf.
- (172) Sarah L. Raston. « Feeding behavior ». In *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, Sharon L. Crowell-Davis, Katherine A. Houpt., 2:609-21. Elsevier 3, 1986.
- (173) Sarah Ménager. « Méthode d'évaluation du poids chez le cheval d'endurance : détermination expérimentale du "poids de forme". » Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2010.
- (174) Sarah Rivière. « La physiothérapie chez les carnivores domestiques : étude bibliographique et élaboration de protocoles de rééducation fonctionnelle ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2002.
- (175) Schlienger, Jean-Louis. « Conséquences pathologiques de l'obésité ». *La Presse Médicale* 39, n° 9 (septembre 2010): 913-20. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2010.04.018>.
- (176) Shaw, Kelly A, Peter O'Rourke, Chris Del Mar, et Justin Kenardy. « Psychological Interventions for Overweight or Obesity ». In *Cochrane Database of Systematic Reviews*, édité par The Cochrane Collaboration, CD003818.pub2. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2005. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003818.pub2>.

- (177) Shen, Weixing, Yang Wang, Sheng-Feng Lu, Hao Hong, Shuping Fu, Suyun He, Qian Li, Jingxin Yue, Bin Xu, et Bing-Mei Zhu. « Acupuncture Promotes White Adipose Tissue Browning by Inducing UCP1 Expression on DIO Mice ». *BMC Complementary and Alternative Medicine* 14, n° 1 (décembre 2014): 501. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-501>.
- (178) Shin, J.-I., H.-Y. Lim, H.-W. Kim, B.-J. Seung, J.-H. Ju, et J.-H. Sur. « Analysis of Obesity-Related Factors and Their Association with Aromatase Expression in Canine Malignant Mammary Tumours ». *Journal of Comparative Pathology* 155, n° 1 (juillet 2016): 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2016.05.005>.
- (179) Sibley, K.W. « Diagnosis and Management of the Overweight Dog ». *British Veterinary Journal* 140, n° 2 (mars 1984): 124-31. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(84\)90072-1](https://doi.org/10.1016/0007-1935(84)90072-1).
- (180) Sonnenschein, Elizabeth G., Lawrence T. Glickman, Michael H. Goldschmidt, et Linda J. McKee. « Body Conformation, Diet, and Risk of Breast Cancer in Pet Dogs: A Case-Control Study ». *American Journal of Epidemiology* 133, n° 7 (1 avril 1991): 694-703. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115944>.
- (181) Stephen M. Reed, Warwick M. Bayly, et Debra C. Sellon. *Equine Internal Medicine*. 4ème Edition. Elsevier, 2018.
- (182) Stephenson, H. M., M. J. Green, et S. L. Freeman. « Prevalence of Obesity in a Population of Horses in the UK ». *Veterinary Record* 168, n° 5 (février 2011). 131-131. <https://doi.org/10.1136/vr.c6281>.
- (183) Sultana, R. « Hydrostatique, hydrodynamique et optique utile en kinébalnéothérapie », s. d., 14.
- (184) The World Small Animal Veterinary Association. « Muscle Condition Score Dogs ». WSAVA Global Nutrition Committee, s. d. <https://wsava.org/wp-content/uploads/2020/01/Muscle-Condition-Score-Chart-for-Dogs.pdf>.
- (185) Thibaut de Saint Pol. « L'obésité en France : les écarts entre catégories sociales s'accroissent ». *INSEE Première*, février 2007.
- (186) Thubert, T., X. Deffieux, V. Letouzey, et J.-F. Hermieu. « Obésité et urogynécologie : revue de la littérature ». *Progrès en Urologie* 22, n° 8 (juillet 2012): 445-53. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2012.03.009>.
- (187) Todd L. Towell. *Practical Weight Management in Dogs and Cats*. 1ère Edition. Wiley Blackwell, 2011.

- (188) Toll, Philip W, Ryan M Yamka, William D Schoenherr, et Michael S Hand. « Obesity ». In *Small Animal Clinical Nutrition*, 5ème Edition., 42. Mark Morris Institute, 2010.
- (189) Tranquille, Carolyne A., Kathryn J. Nankervis, Vicki A. Walker, Jack B. Tacey, et Rachel C. Murray. « Current Knowledge of Equine Water Treadmill Exercise: What Can We Learn From Human and Canine Studies? » *Journal of Equine Veterinary Science* 50 (mars 2017): 76-83. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.10.011>.
- (190) Tsigos, Constantine, Vojtech Hainer, Arnaud Basdevant, Nick Finer, Martin Fried, Elisabeth Mathus-Vliegen, Dragan Micic, et al. « Management of Obesity in Adults: European Clinical Practice Guidelines ». *Obesity Facts* 1, n° 2 (2008): 106-16. <https://doi.org/10.1159/000126822>.
- (191) Tvarijonavičiute, Asta, Jose J Ceron, Shelley L Holden, Daniel J Cuthbertson, Vincent Biourge, Penelope J Morris, et Alexander J German. « Obesity-Related Metabolic Dysfunction in Dogs: A Comparison with Human Metabolic Syndrome ». *BMC Veterinary Research* 8, n° 1 (décembre 2012): 147. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-147>.
- (192) Verkest, K.R., L.M. Fleeman, J.M. Morton, K. Ishioka, et J.S. Rand. « Compensation for Obesity-Induced Insulin Resistance in Dogs: Assessment of the Effects of Leptin, Adiponectin, and Glucagon-like Peptide-1 Using Path Analysis ». *Domestic Animal Endocrinology* 41, n° 1 (juillet 2011): 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2011.02.001>.
- (193) Vick, M. M., A. A. Adams, B. A. Murphy, D. R. Sessions, D. W. Horohov, R. F. Cook, B. J. Shelton, et B. P. Fitzgerald. « Relationships among Inflammatory Cytokines, Obesity, and Insulin Sensitivity in the Horse^{1,2} ». *Journal of Animal Science* 85, n° 5 (1 mai 2007): 1144-55. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-673>.
- (194) Victoire Moucheboeuf. « Caractérisation de la charge de travail du cheval de sport : étude expérimentale des liens entre paramètres physiologiques et biomécaniques ». Ecole Nationale vétérinaire de Maison-Alfort, 2018.
- (195) Vitger, Anne D., Bente M. Stallknecht, Dorte H. Nielsen, et Charlotte R. Bjornvad. « Integration of a Physical Training Program in a Weight Loss Plan for Overweight Pet Dogs ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 248, n° 2 (15 janvier 2016): 174-82. <https://doi.org/10.2460/javma.248.2.174>.
- (196) Watts, Kathryn A. « A Review of Unlikely Sources of Excess Carbohydrate in Equine

- Diets ». *Journal of Equine Veterinary Science* 25, n° 8 (août 2005): 338-44. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2005.07.005>.
- (197) Weinsier, Roland L., Louis J. Wilson, et Jeannette Lee. « Medically Safe Rate of Weight Loss for the Treatment of Obesity: A Guideline Based on Risk of Gallstone Formation ». *The American Journal of Medicine* 98, n° 2 (février 1995): 115-17. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(99\)80394-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(99)80394-5).
- (198) Werrij, Marieke Q., Anita Jansen, Sandra Mulkens, Hermien J. Elgersma, André J.H.A. Ament, et Harm J. Hospers. « Adding Cognitive Therapy to Dietetic Treatment Is Associated with Less Relapse in Obesity ». *Journal of Psychosomatic Research* 67, n° 4 (octobre 2009): 315-24. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2008.12.011>.
- (199) William Martin-Rosset. *Nutrition et alimentation des chevaux*. 1ère édition. Savoir faire. Éditions Quae, 2012.
- (200) William Miller, Craig Griffin, et Karen Campbell. *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology*. W B Saunders Co Ltd; 7e édition., 2012.
- (201) Woo, R, R Daniels-Kush, et E S Horton. « Regulation of Energy Balance », s. d., 23.
- (202) Xavier Méal. « Evaluation de l'état corporel des chevaux », 2011. <http://www.podologue-equin.fr/page2/files/EvalEtatCorp-Fr.pdf>.
- (203) Xenoulis, P. G., et J. M. Steiner. « Canine Hyperlipidaemia ». *Journal of Small Animal Practice* 56, n° 10 (octobre 2015): 595-605. <https://doi.org/10.1111/jsap.12396>.
- (204) Yaguiyan-Colliard, Laurence. « Composition Corporelle Du Chien Par Bioimpédancemétrie: Validation d'équations Prédictives », s. d., 97.
- (205) Yamka, Ryan M, Nolan Z Frantz, et Kim G Friesen. « Effects of 3 Canine Weight Loss Foods on Body Composition and Obesity Markers » 5, n° 3 (s. d.): 8.
- (206) Yazigi, Amal, Bénédicte Gaborit, Juan Patricio Nogueira, Maria-Elena Butiler, et Fabrizio Andreelli. « Rôle de La Flore Intestinale Dans l'insulinorésistance et l'obésité ». *La Presse Médicale* 37, n° 10 (octobre 2008): 1427-30. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2007.11.020>.
- (207) Yu, W. H., M. Kimura, A. Walczewska, S. Karanth, et S. M. McCann. « Role of Leptin in Hypothalamic–Pituitary Function ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94, n° 3 (4 février 1997): 1023-28. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.3.1023>.
- (208) Zhang, Kepei, Shigao Zhou, Chunyan Wang, Hanchen Xu, et Li Zhang. « Acupuncture on Obesity: Clinical Evidence and Possible Neuroendocrine Mechanisms ». *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2018 (14 juin 2018): 1-15.

<https://doi.org/10.1155/2018/6409389>.

- (209) Zhang, Yi, et Philip J. Scarpace. « The Role of Leptin in Leptin Resistance and Obesity ». *Physiology & Behavior* 88, n° 3 (juin 2006): 249-56.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.038>.

VI. Annexes

Annexe 1 : Questionnaire en ligne

Questionnaire propriétaire sur l'obésité

Actuellement étudiante en dernière année à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, j'effectue mon travail de thèse sur l'obésité et sa prise en charge, notamment chez le cheval. Ce questionnaire est composé de 12 questions, ainsi que des petits encarts informatifs à destination de tous les propriétaires de chevaux. Il a pour but d'évaluer vos connaissances et vos attentes sur la prise en charge de cette maladie. Il s'agit d'un questionnaire à choix multiple, plusieurs réponses peuvent donc être cochées. Le remplissage de ce questionnaire ne vous prendra que 5 à 10 minutes !



(Source personnelle)

1. Selon vous, ce cheval est-il... ?

- Maigre
- Normal
- En surpoids
- Obèse



(Source personnelle)

2. Selon vous, ce cheval est-il... ?

- Maigre
- Normal
- En surpoids
- Obèse



(Source personnelle)

3. Selon vous, ce cheval est-il... ?

- Maigre
- Normal
- En surpoids
- Obèse



Le saviez-vous ?

Des études menées en Angleterre et en Australie estiment que 50% des équidés souffrent d'obésité ou de surpoids. Les poneys semblent plus touchés (71,3%) que les chevaux de selle (23,1%).

4. Selon vous, quelles sont les régions du corps du cheval à observer pour évaluer son état corporel ?

- L'encolure
- L'épaule
- Le garrot
- Les côtes
- La croupe
- La base de la queue
- Le dos
- Toutes les propositions
- Aucune des propositions



Le saviez-vous ?

On peut évaluer l'état corporel du cheval par la Note d'Etat Corporel (NEC). On attribue une note sur 9, la note de 5/9 correspondant à l'état corporel idéal pour le cheval observé. Cette note dépend notamment de la race (un poney est naturellement plus enrobé qu'un pur-sang). Pour cela, on évalue la présence de dépôts graisseux sur certaines zones du corps que sont : la partie supérieure de l'encolure (ou chignon), le garrot, l'arrière de l'épaule, les côtes, la ligne du dos, la croupe et l'attache de la queue.

5. Quelles sont, selon vous, les conséquences de l'obésité sur la santé du cheval ?

- Problèmes ostéoarticulaires
- Problèmes tendineux et ligamentaires
- Problèmes cardiovasculaires et respiratoires
- Problèmes métaboliques
- Problèmes endocriniens
- Toutes les propositions
- Aucune des propositions
- Autre (précisez) :



Le saviez-vous ?

En plus de provoquer des maladies ostéoarticulaires, ligamentaires, tendineuses et cardiovasculaires, l'obésité est responsable de maladies métaboliques donc les plus fréquentes sont la fourbure et le Syndrome métabolique équin. Elle provoque également des maladies endocriniennes telles que le syndrome de Cushing.

6. Quelles est, selon vous, la prise en charge idéale de l'obésité chez le cheval ?

- Prise en charge nutritionnelle seule
- Augmentation de l'activité physique seule
- Prise en charge comportementale seule (adaptation du milieu de vie)
- Prise en charge nutritionnelle + activité physique
- Prise en charge nutritionnelle + comportementale
- Prise en charge comportementale + activité physique
- Prise en charge nutritionnelle + activité physique + prise en charge comportementale
- Aucune de ces propositions

7. Selon vous, la balnéothérapie est-elle une indication à la prise en charge de l'obésité ?

- Oui
- Non

8. Si votre cheval était obèse, envisageriez-vous la balnéothérapie comme prise en charge complémentaire ?

Oui

Non

9. Si non, pour quelle(s) raison(s) ?

Coût trop élevé

Trop chronophage

Pas de moyen de transport pour le cheval

Pas de centre de balnéothérapie à proximité

Autre (précisez) :

10. Selon vous, combien de séance(s) par semaine est/sont nécessaire(s) pour une prise en charge complémentaire efficace de l'obésité via la balnéothérapie ?

1 à 2 fois par semaine

3 à 4 fois par semaine

Tous les jours

11. Concernant le coût, si vous deviez utiliser la balnéothérapie comme prise en charge complémentaire de l'obésité de votre cheval, quelle somme seriez-vous prêt à dépenser par séance de balnéothérapie ?

< 100€/séance

Entre 100 et 200€/séance

Entre 200 et 300€/séance

> 300€/séance

12. Combien de séance(s) de balnéothérapie envisageriez-vous de faire par mois, si vous deviez l'utiliser comme complément à la prise en charge de votre cheval obèse ?

< 4 séances/mois

Entre 4 et 8 séances/mois

> 8 séances/mois



Le saviez-vous ?

Il existe une vingtaine de centres de balnéothérapie en France, répartis pour la majorité d'entre eux à proximité de l'Océan Atlantique ou de la mer Méditerranée.

Annexe 2 : QR code renvoyant au questionnaire en ligne, fait avec le logiciel QR code Generator

Actuellement étudiante en dernière année à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, j'effectue mon travail de thèse sur l'obésité et sa prise en charge, notamment chez le cheval. Ce questionnaire est composé de 12 questions, ainsi que des petits encarts informatifs à destination de tous les propriétaires de chevaux. Il a pour but d'évaluer vos connaissances et vos attentes sur la prise en charge de cette maladie. Il s'agit d'un questionnaire à choix multiple, plusieurs réponses peuvent donc être cochées. Le remplissage de ce questionnaire ne vous prendra que 5 à 10 minutes, il suffit de scanner le QR code ci-dessous à l'aide d'une application mobile ! Merci pour votre aide !



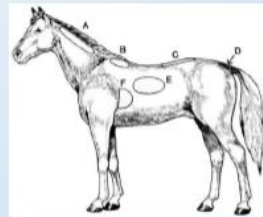
Annexe 3 : Fiche récapitulative de la prise en charge de l'obésité, à destination des participants au questionnaire en ligne

L'obésité en quelques chiffres [1][2]

- L'obésité touche environ 50% des équidés au Royaume-Uni et en Australie où 71,3% des équidés touchés sont des poneys shetlands et 23,1% des chevaux

Comment détecter un surpoids/obésité ? [3]

- Peser le cheval
- Animal obèse : chercher les dépôts de graisse aux endroits suivants (voir schéma) :
 - Chignon (long de l'encolure)
 - Arrière de l'épaule
 - Garrot
 - Ligne du dos
 - Côtes
 - Attache de la queue
 - Croupe



- Etablir la Note d'Etat Corporel (NEC) : par observation et palpation des zones à l'aide du pouce
- NEC correspondant au poids idéal de cheval : 2,5-3/5 ou 5/9
- Exemples : de gauche à droite NEC = 1,5/9, NEC = 5/9 et NEC = 7/9



Facteurs favorisant le surpoids/obésité [1][2]

- Déséquilibre de la balance énergétique :
 - Quantitatif : prise de nourriture trop importante en quantité ou en fréquence
 - Qualitatif : déséquilibre d'apport en macronutriments (lipides, glucides et protéines) ou en micronutriments (vitamines et minéraux)
- La sédentarité
- La race : poneys plus touchés que les chevaux
- Comportemental : compétition pour l'accès à la nourriture (dominant du troupeau)
- Prédisposition génétique des poneys et des races rustiques

Comment faire maigrir un cheval ? [4][5][6][7]



- Alimentation :
 - Le cheval est un herbivore : il doit manger du foin à coupe tardive en quantité rationnée et calculée +/- paille (< 30% de la ration) ou accès à l'herbe contrôlé si pas de possibilité de changement de gestion
 - Eau à volonté
 - Limiter les concentrés
 - Interdit : friandises (bonbons industriels, carottes, pommes...)
- Mode de distribution de l'aliment :
 - Dispositif ralentissant l'ingestion, filet à foin à petite maille, panier si cheval au pré (vérifier que le cheval peut boire)
 - Distribution de fourrage en 3 à 4 repas par jour
 - Trempage du foin à l'eau froide 30 minutes maximum
 - Chevaux au pâturage : rationner le pâturage
- Favoriser l'activité physique :
 - A l'écurie : stimulation de l'exercice au paddock ou autres installations
 - Au travail : reprise du travail en longe ou monté à faible vitesse (pas et trot) et durée moyenne à longue
- Méthodes complémentaires : balnéothérapie (nage, marche en tapis immergé ou dans la mer/rivière/lac)



Quelques conseils...

- Ne faites pas maigrir votre cheval seul, consultez l'avis de votre vétérinaire
- Respectez au mieux la physiologie du cheval : un herbivore passant 15 à 16h à manger chaque jour en marchant
- Une bonne alimentation aide grandement au maintien de la bonne santé physique et mentale de votre cheval

Références

- [1] Potter et al., « Prevalence of Obesity and Owners' Perceptions of Body Condition in Pleasure Horses and Ponies in South-Eastern Australia ».
- [2] Stephenson, Green, et Freeman, « Prevalence of Obesity in a Population of Horses in the UK ».
- [3] Xavier Méal, « Body Condition Scoring (BCS) Evaluation de l'état corporel des chevaux ».
- [4] Chloé ROQUIGNY, « La gestion diététique dans le traitement du syndrome métabolique équin : approche théorique et pratique ».
- [5] Doligez, Pauline, « Elaborer une ration alimentaire ». Equipedia IFCE, 10 mars 2021 <https://equipedia.ifce.fr/elevage-et-entretien/alimentation/nutrition-et-ration/elaborer-une-ration-alimentaire>.
- [6] Anja Zollinger. *Slowfeeding LA solution pour affourager les chevaux*, 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=aztqLq54BnA>*
- [7] Mélanie Delongas. « Utilisation des piscines, marcheurs aquatiques et spas dans la rééducation et l'entraînement du cheval ». Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2008.

Photos : site de l'IFCE

Annexe 4 : Questionnaire à destination des centres de balnéothérapie de médecine vétérinaire canine-équine

Etant en dernière année d'étude à l'école vétérinaire de Toulouse et dans le cadre de ma thèse, j'étudie la comparaison de la gestion de l'obésité en médecine humaine, canine et équine, tant sur l'aspect nutritionnel que comportemental/psychologique, ainsi que par la mise en place d'un protocole d'exercice physique adapté.

Le but de ce questionnaire est de savoir si la balnéothérapie est une indication pertinente dans la perte de poids de sujets obèses. Ce questionnaire concerne uniquement les patients en obésité qui n'ont pas subi d'opération chirurgicale type bypass ou gastrotomie.

I- Informations générales sur le patient

- Age :
- Sexe :
- Race :
- Antécédents médicaux en rapport avec l'obésité (diabète, maladie ostéoarticulaire...) :
- Poids avant traitement :
- Score corporel :
- Le patient bénéficie-t-il d'une prise en charge comportementale ? Oui Non

II- Prise en charge alimentaire du patient

- Le patient souffre-t-il d'un trouble alimentaire ? Si oui, lequel ?
- Macronutriments :
 - % Glucides :
 - % Protéines :
 - % Lipides :
- Ration mis en place avec les quantités :
- Nombre de calories journaliers :
- Besoin énergétique d'entretien théorique :
- Objectifs de perte de poids (en kg/sem ou kg/mois) :

III- Prise en charge sportive du patient

- La balnéothérapie est-elle la seule source d'activité physique pour le patient ? Oui
Non
- Sinon, quelle(s) autre(s) activité(s) physique(s) le patient effectue-t-il ?

- A quelle fréquence hebdomadaire le patient effectue-t-il la balnéothérapie ?
- Durée d'une séance de balnéothérapie ?
- A quelle fréquence hebdomadaire le patient effectue-t-il la/les autre(s) activité(s) physique(s) ?
- Durée de la/des autre(s) activité(s) physique(s) :

IV-Suivi de la perte de poids du patient

Date	Poids

Nom : VIDAL

Prénom : Emilie

Titre : Etude comparative de la prise en charge de l'obésité chez l'Homme, le chien et le cheval : place de la balnéothérapie.

Résumé : L'obésité est définie comme une accumulation anormale de graisse dans l'organisme et résulte le plus souvent d'un déséquilibre de la balance énergétique. C'est une maladie bien connue chez l'Homme, qui touche également les animaux de compagnie tels que le chien et le cheval. Dans ces trois espèces, sa prévalence est en constante augmentation. Cette affection provoque de nombreuses conséquences néfastes sur l'organisme : complications ostéoarticulaires, cardiovasculaires, tendineuses et ligamentaires, métaboliques, mais aussi endocriniennes. La prise en charge de l'obésité s'articule alors autour de trois axes que sont une prise en charge nutritionnelle, la mise en place d'une activité physique régulière et un traitement psycho-comportemental si nécessaire. La balnéothérapie, grâce aux nombreuses propriétés physiques de l'eau, pourrait être un outil intéressant dans le traitement de l'obésité, notamment grâce à une remise en mouvement précoce et progressive. L'intérêt des propriétaires de chevaux pour cette méthode est évalué via un questionnaire en ligne.

Mots-clés : obésité, prise en charge, nutrition, activité physique, comportement, balnéothérapie

Title: Comparative study of obesity treatments in humans, dogs, and horses: what room for hydrotherapy?

Abstract: Obesity is defined as an abnormal accumulation of fat in the body and is most often the result of an imbalance in energy balance. It is a well-known disease in humans, which also affects pets such as dogs and horses. In these three species, its prevalence is constantly increasing. This condition has many harmful consequences on the body: osteoarticular, cardiovascular, tendon and ligament complications, metabolic, but also endocrine. The treatment of obesity is based on three axes: nutritional management, regular physical activity and psycho-behavioral treatment if necessary. Hydrotherapy, thanks to the numerous physical properties of water, could be an interesting tool in the treatment of obesity, in particular thanks to an early and progressive return to movement. The interest of horse owners for this method is evaluated via an online questionnaire.

Keywords: obesity, treatment, nutrition, physical activity, behavior, hydrotherapy