

Année 2006

TRAITEMENT NUTRITIONNEL DE L'OBESITÉ CHEZ  
LE CHIEN ET LE CHAT : COMPARAISON DES  
RECOMMANDATIONS DES INDUSTRIELS  
AUX DONNÉES DE LA LITTÉRATURE

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTE DE MÉDECINE DE CRETEIL

Le.....

Par

**Stéphanie CASSAN**

Née le 3 novembre 1976 à Marseille (Bouches-du-Rhône)

JURY

**Président : M.**

**Professeur à la Faculté de Médecine de CRETEIL**

**Membres**

**Directeurs : B.M.PARAGON**

**Professeur à l'ENVA**

**Assesseur : L.ZILBERSTEIN**

**Maître de conférences à l'ENVA**

**Invitées : G. BLANCHARD**

**L. COLLIARD**

## LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur COTARD Jean-Pierre

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard

Professeurs honoraires: MM. BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, LE BARS Henri, MILHAUD Guy, ROZIER Jacques

### DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

**Chef du département : M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur - Adjoint : M. DEGUEURCE Christophe, Professeur**

<p><b>-UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES</b> Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur M. DEGUEURCE Christophe, Professeur* Mlle ROBERT Céline, Maître de conférences M. CHATEAU Henri, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE PATHOLOGIE GENERALE , MICROBIOLOGIE, IMMUNOLOGIE</b> Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur* M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur</p> <p><b>-UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE</b> M. BRUGERE Henri, Professeur Mme COMBRISON Hélène, Professeur* M. TIRET Laurent, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE</b> Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur * M. TISSIER Renaud, Maître de conférences M. PERROT Sébastien, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE DE BIOCHIMIE</b> M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences M. BELLIER Sylvain , Maître de conférences</p>	<p><b>- UNITE D'HISTOLOGIE , ANATOMIE PATHOLOGIQUE</b> M. CRESPEAU François, Professeur M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur * Mme BERNEX Florence, Maître de conférences Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences</p> <p><b>- UNITE DE VIROLOGIE</b> M. ELOIT Marc, Professeur * Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences</p> <p><b>-DISCIPLINE : PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES</b> M. MOUTHON Gilbert, Professeur</p> <p><b>-UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET CLINIQUE</b> M. PANTHIER Jean-Jacques, Professeur Melle ABITBOL Marie, Maître de conférences</p> <p><b>-DISCIPLINE : ETHOLOGIE</b> M. DEPUTTE Bertrand, Professeur</p> <p><b>-DISCIPLINE : ANGLAIS</b> Mme CONAN Muriel, Ingénieur Professeur agrégé certifié</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

**Chef du département : M. FAYOLLE Pascal, Professeur - Adjoint : M. POUCHOLON Jean-Louis , Professeur**

<p><b>- UNITE DE MEDECINE</b> M. POUCHOLON Jean-Louis, Professeur* Mme CHETBOUL Valérie, Professeur M. BLOT Stéphane, Maître de conférences M. ROSENBERG Charles, Maître de conférences Mme MAUREY Christelle, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE CLINIQUE EQUINE</b> M. DENOIX Jean-Marie, Professeur M. AUDIGIE Fabrice, Maître de conférences* Mme GIRAUDET Aude, Professeur contractuel Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Maître de conférences contractuel M. PICCOT-CREZOLLET Cyrille, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE</b> Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, Maître de conférences* (rattachée au DPASP) M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences M. REMY Dominique, Maître de conférences (rattaché au DPASP) M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences Melle CONSTANT Fabienne, Maître de conférences (rattachée au DPASP) Melle LEDOUX Dorothée, Maître de conférences Contractuel (rattachée au DPASP)</p>	<p><b>- UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE</b> M. FAYOLLE Pascal, Professeur * M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences M. MOISSONNIER Pierre, Professeur Mme VIATEAU-DUVAL Véronique, Maître de conférences Mlle RAVARY Béragère, Maître de conférences (rattachée au DPASP) M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences contractuel M. HIDALGO Antoine, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE RADIOLOGIE</b> Mme BEGON Dominique, Professeur* Mme STAMBOULI Fouzia, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE D'OPHTALMOLOGIE</b> M. CLERC Bernard, Professeur* Melle CHAHORY Sabine, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>- UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES</b> M. CHERMETTE René, Professeur M. POLACK Bruno, Maître de conférences* M. GUILLOT Jacques, Professeur Mme MARGNAC Geneviève, Maître de conférences contractuel</p> <p><b>-UNITE DE NUTRITION-ALIMENTATION</b> M. PARAGON Bernard, Professeur * M. GRANDJEAN Dominique, Professeur</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

**Chef du département : M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences**

<p><b>-UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES</b> M. BENET Jean-Jacques, Professeur* Mme HADDAD/ HOANG-XUAN Nadia, Maître de conférences Mme DUFOUR Barbara, Maître de conférences</p> <p><b>-UNITE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE</b> M. BOLNOT François, Maître de conférences * M. CARLIER Vincent, Professeur Mme COLMIN Catherine, Maître de conférences M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Maître de conférences</p> <p><b>- DISCIPLINE : BIostatISTIQUES</b> M. SANAA Moez, Maître de conférences</p>	<p><b>- UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE</b> M. COURREAU Jean-François, Professeur M. BOSSE Philippe, Professeur Mme GRIMARD-BALLIF Bénédicte, Professeur Mme LEROY Isabelle, Maître de conférences M. ARNE Pascal, Maître de conférences M. PONTER Andrew, Maître de conférences*</p> <p><b>- UNITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR</b> M. MILLEMANN Yves, Maître de conférences* Mme BRUGERE-PICOUX Jeanne, Professeur M. MAILLARD Renaud, Maître de conférences M. ADJOU Karim, Maître de conférences</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Mme CALAGUE, Professeur d'Education Physique

\* Responsable de l'Unité

AERC : Assistant d'Enseignement et de Recherche Contractuel

## Remerciements

A Monsieur le Professeur

De la Faculté de Médecine de Créteil

Qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de thèse,

Hommage respectueux.

A Monsieur le Professeur PARAGON

De l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Qui m'a fait l'honneur de participer à la direction de cette étude,

Sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur ZILBERSTEIN

De l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort,

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à mon jury de thèse,

Qu'il trouve ici le témoignage de ma reconnaissance.

A Madame le Docteur Géraldine BLANCHARD,

De l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Pour toute l'aide apportée au cours de la réalisation de cette étude, pour sa disponibilité, ses conseils,  
Son amitié,

Qu'elle veuille bien trouver ici l'expression de ma gratitude, de mon sincère respect et de mon amitié.

A Madame le Docteur Laurence COLLIARD,

Qui a partagé sans retenue ses connaissances, son expérience et son précieux temps de résidente,  
Mes plus sincères remerciements ; maintenant, c'est à toi de jouer !

A Simone et Charly, mes grands parents,

Je sais que de là-haut, vous partagez ce moment avec moi,

Merci pour tous ces moments délicieux qui ont bâti mon enfance et ont fait de moi ce que je suis  
Aujourd'hui.

A Papa,

Je n'aurais jamais pu être là sans toi,

Merci de ton soutien inconditionnel, de ta patience, de ton écoute et de ton amour,

C'est toi qui a inventé le concept de « papa » ! Je suis fière d'être ta fille.

A toute ma petite tribu Allou-Cassan

Merci de votre affection inconditionnelle

Quoi dire sinon que je suis heureuse de partager vos vies.

A Kathleen et toute sa famille

Merci de votre soutien et de votre affection depuis tant d'années,

Merci de m'avoir fait partager tant de choses,

Si j'avais une petite sœur Kate, ce serait toi.

A Jonathan,

Il nous aura fallu plus de 20 ans pour en arriver là.

Merci pour ce petit virage à 90° dans ma vie.

A Ygal,

Pour tout ce que l'on ne peut exprimer avec des mots,

# Traitement nutritionnel de l'obésité chez le chien et le chat : comparaison des recommandations des industriels aux données de la littérature

NOM et Prénom : CASSAN Stéphanie

## Résumé

L'obésité est l'affection nutritionnelle la plus fréquente chez le chien et le chat. Son traitement implique la prise en charge de nombreux facteurs et fait appel à l'utilisation d'aliments diététiques hypocaloriques dont les modalités de distribution sont spécifiées par les fabricants.

Bien souvent, le vétérinaire praticien qui met en place un tel régime est confronté à un échec thérapeutique.

L'ensemble des propositions de restrictions énergétiques empruntées à la littérature dans le cadre d'une perte de poids corporel est d'abord étudié. Sont ensuite évoqués les textes législatifs en vigueur sur les réglementations du commerce des aliments diététiques.

Les recommandations des fabricants d'aliments diététiques à objectif nutritionnel particulier en terme d'apport en énergie et de quantité d'aliment à distribuer à un animal obèse sont comparées au besoin énergétique d'entretien et aux restrictions énergétiques proposés dans la littérature afin de voir si les recommandations des fabricants sont conformes aux recommandations de la littérature.

## Mots clés :

Obésité – amaigrissement – aliments diététiques – alimentation hypocalorique – quantité d'aliment – apports énergétiques – densité énergétique - chien – chat – carnivores domestiques

## Jury :

Président : Pr.

Directeurs : Pr. PARAGON

Assesseur : Dr. ZILBERSTEIN

Invitées : Pr. BLANCHARD et Dr. COLLIARD

## Adresse de l'auteur :

Melle CASSAN Stéphanie 36B Chemin latéral appt. 101. 94140 Alfortville

# Nutritional obesity treatment in dogs and cats: comparison between industrials' standardized weight-loss program and literature recommendation

SURNAME: CASSAN

Given name: Stephanie

## Summary

Obesity is the most current nutritional disease in dogs and cats. Its treatment includes numerous factors and low calorie specific food using. Management of very low calorie diet is described by industrials through standardized weigh-loss program.

Clinical use of standardized weight-loss program proposed by veterinarians is currently ineffective.

All obesity management, allometry of energy and nutrient requirements, caloric restriction are reported and compared to standardized weight-loss program proposed by pet fooder in order to determine these clinical results.

Officials' publication about terms and descriptive dietary pet food are equally exposed and discussed.

## Keywords:

Obesity – weight loss – dietary food – low calorie diet – food quantity - energy requirements – energy density - dog – cat

## Jury:

President: Pr.

Director: Pr. PARAGON

Assessor : Dr. ZILBERSTEIN

Guest :Pr BLANCHARD and Dr. COLLIARD

## Author's address:

CASSAN Stéphanie 36B Chemin latéral appt. 101, 94140 Alfortville

CASSAN S. TRAITEMENT NUTRITIONNEL DE L'OBESITE CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT : COMPARAISON DES RECOMMANDATIONS DES INDUSTRIELS  
AUX DONNEES DE LA LITTERATURE 2006

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>PREMIERE PARTIE : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	<b>6</b>
<b>I) Besoin énergétique du chien et du chat à l'entretien (BEE)</b> .....	<b>7</b>
A) Notion d'équilibre énergétique .....	7
1) Principes de l'équilibre énergétique.....	7
2) Apports énergétiques.....	7
3) Dépenses énergétiques .....	8
B) Dynamique du poids corporel .....	9
1) Régulations physiologiques.....	9
2) Prise de poids .....	10
3) Qualité des apports alimentaires .....	11
C) Besoin énergétique d'entretien chez le chien et le chat.....	11
1) BEE chez le chien .....	11
2) BEE chez le chat .....	14
<b>II) Ajustement individuel du BEE du chien et du chat : coefficients d'ajustement</b> .....	<b>16</b>
A) Ajustement racial .....	16
B) Ajustement comportemental et niveau d'activité.....	17
C) Ajustement physiologique.....	17
1) Sexe et castration.....	17
2) Croissance .....	18
3) Gestation et lactation.....	18
4) Vieillesse.....	19
D) Ajustement climatique .....	20
E) Ajustement clinique : maladies, traumatismes, infections et cancers .....	20
<b>III) Choix raisonné d'une restriction énergétique dans le traitement du</b> <b>chien et du chat obèse</b> .....	<b>25</b>
A) Préliminaires au programme d'amaigrissement.....	25
1) Examen général .....	25

2) Adhésion du propriétaire.....	25
3) Anamnèse du programme alimentaire.....	26
B) Choix du niveau de restriction énergétique.....	26
1) Inconvénients d'un niveau de restriction standard.....	26
2) Pertinence d'un niveau de restriction raisonné : amaigrissement lent et rapide .....	27
<b>IV) Bases législatives de fabrication d'un aliment à objectif nutritionnel particulier : la perte de poids .....</b>	<b>32</b>
A) Définition légale d'un aliment à objectif nutritionnel particulier : aliment diététique .....	32
B) Mentions légales obligatoires des aliments diététiques en France .....	32
C) Mentions légales obligatoires des aliments diététiques aux Etats-Unis .....	33
<b>V) Caractéristiques nutritionnelles d'un aliment à objectif nutritionnel particulier : la perte de poids .....</b>	<b>35</b>
<b>DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE.....</b>	<b>37</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>38</b>
<b>I) MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>39</b>
A) Matériels.....	39
1) Animaux .....	39
2) Aliments .....	39
B) Méthodes .....	39
1) Expression de la densité énergétique de l'aliment .....	39
2) Calcul de la quantité d'aliment à distribuer .....	40
3) Calcul du BEE des chiens et chats pris pour modèle .....	40
4) Calcul de l'apport énergétique en phase d'amaigrissement .....	40
5) Comparaison des recommandations des fabricants aux données de la littérature.....	40
<b>II) RESULTATS .....</b>	<b>42</b>
A) Expression de la densité énergétique de l'aliment .....	42
B) Quantité d'aliment à distribuer .....	42
1) Chez le chien .....	42
2) Chez le chat .....	43

C) Calcul du BEE des chiens et chats pris pour modèle.....	52
D) Calcul de l'apport énergétique en phase d'amaigrissement .....	52
1) Chez le chien .....	52
2) Chez le chat .....	53
E) Comparaison des recommandations des fabricants aux données de la littérature.....	<b>53</b>
1) Chez le chien .....	53
2) Chez le chat .....	61
<b>III) DISCUSSION.....</b>	<b>68</b>
A) Discussion sur matériels et méthodes.....	68
1) Choix des animaux .....	68
2) Choix des aliments.....	68
3) Choix de la méthode .....	69
B) Discussion des résultats .....	71
C) Discussion des textes législatifs en vigueur.....	73
 <b>CONCLUSION .....</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>75</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>81</b>

## Introduction

L'obésité est l'affection nutritionnelle la plus fréquente aussi bien chez l'homme que chez les carnivores domestiques, dans une société de consommation et d'abondance, dépassant de très loin toutes les maladies carencielles réunies (BRANAM 1988, EDNEY 1974, HAND *et al.* 1989).

Une définition plus récente établit que l'obésité résulte d'une accumulation excessive d'énergie, sous la forme de tissu adipeux (HAND *et al.* 1989). Lorsque le poids idéal est dépassé de 15% ou plus, on considère qu'il y a obésité ; c'est alors que se multiplient les problèmes de santé et qu'apparaissent les effets à long terme.

Chez le chien comme chez le chat, l'obésité peut être à l'origine de multiples complications articulaires, digestives, hépatiques, cardiorespiratoires, diabétiques, immunitaires, chirurgicales... De ce fait, elle peut être considérée comme un syndrome clinique complexe mais réversible entraînant de multiples séquelles (SCARLETT, DONOGHUE 1998).

Cependant, dans la majorité des cas avérés d'obésité, les propriétaires des animaux obèses ne viennent que très exceptionnellement consulter leur vétérinaire pour ce motif. Ces chiens ou ces chats sont vus la plupart du temps lors de visite de contrôle annuelle (vaccination) ou en raison des effets que cette surcharge pondérale a engendrée au fil du temps. Actuellement, entre 25 et 30 % des chiens et des chats vus par un vétérinaire présentent une surcharge pondérale ou sont obèses. Une étude très récente a même mis en évidence que 38,8% des chiens en France présentaient un surpoids ou étaient obèses (COLLIARD *et al.* 2006) et 26,8 % des chats (COLLIARD *et al.* 2007)

D'après MASON (1970), 31% des propriétaires de chiens obèses jugent leur animal comme ayant un poids normal (PARKIN 1994). Ceci est confirmé dans des études récentes (COLLIARD *et al.* 2006). Ainsi, il devient fondamental pour le bien être des carnivores domestiques de mettre en place des efforts importants pour prévenir ou gérer l'obésité canine et féline.

Les difficultés de la lutte contre l'obésité sont de plusieurs ordres. La première réside dans l'approche psychologique du propriétaire afin d'obtenir sa reconnaissance de l'état corporel excessif de son animal, son souhait de traiter cet excès pondéral et son adhésion au plan d'amaigrissement désiré ; la deuxième est de quantifier cette surcharge pondérale et d'adapter un niveau de restriction énergétique théoriquement efficace. Enfin, la troisième est de faire un choix raisonné d'un aliment à objectif nutritionnel adapté. En effet, actuellement, les industriels ont mis à la disposition du vétérinaire une gamme étendue d'aliments spécifiquement ciblés sur le traitement de l'obésité des chiens et des chats. Avec ces aliments, ils proposent des programmes d'amaigrissement standardisés selon le poids corporel recherché, auxquels correspondent des allocations énergétiques bien définies ; tout cela dans le but de faciliter l'usage de ces aliments hypo énergétiques par les vétérinaires praticiens.

Pourtant, malgré tous les efforts mis en œuvre en amont de ces programmes d'amaigrissement, de nombreux animaux obèses ne parviennent pas à une perte de poids satisfaisante.

Nous avons cherché à savoir, dans ce travail, si les recommandations des industriels du petfood étaient conformes aux recommandations que l'on peut trouver actuellement dans la littérature. Pour cela, nous nous sommes limités à l'étude de l'apport énergétique et aux quantités en grammes par jour préconisés par les industriels. Nous avons cherché ainsi à évaluer la part de responsabilité de ces programmes alimentaires standardisés dans la survenue des échecs thérapeutiques.

Dans une première partie bibliographique, nous présenterons une synthèse des recommandations nutritionnelles chez le chien et le chat en terme énergétique, pour l'entretien et l'amaigrissement, incluant également l'aspect législatif inhérent à un aliment commercial destiné à permettre l'amaigrissement.

Dans une seconde partie expérimentale, nous confronterons les recommandations des industriels en matière d'apport énergétique et de quantité en grammes par jour à distribuer aux données bibliographiques, essayant ainsi d'expliquer en partie l'échec thérapeutique souvent observé et de mettre en évidence des éventuelles carences législatives.

**PREMIERE PARTIE : PARTIE**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

## I) **Besoin énergétique du chien et du chat à l'entretien (BEE) :**

### A) **Notion d'équilibre énergétique :**

#### 1) Principes de l'équilibre énergétique :

Le principe fondamental du bilan énergétique est le suivant :

**Apport énergétiques – dépenses énergétiques = modifications des réserves**

Après chaque repas, ce bilan est modifié temporairement alors que le poids corporel et les réserves restent quasiment les mêmes à long terme. Le maintien du poids corporel résulte d'un équilibre entre apports et dépenses énergétiques ; cet équilibre dépend de nombreux facteurs physiologiques. Ainsi, la réponse de l'organisme à un bilan négatif est la réduction des dépenses énergétiques et donc une résistance à l'amaigrissement.

#### 2) Apports énergétiques :

Ils correspondent à l'ensemble des aliments ingérés, digérés et métabolisés par l'organisme.

L'énergie est apportée à l'organisme via 3 sources de nutriments : protéines, glucides et lipides (Tableau 1) (MARTIN 2001). On utilise les coefficients d'Atwater qui considèrent une digestibilité moyenne.

Les lipides sont les nutriments les plus énergétiques alors que les fibres non digérées, peu fermentées, sont peu énergétiques (apports négligeables)

**Tableau 1 : Apports énergétiques des différentes catégories de nutriments (MARTIN 2001)**

	1 g de glucides	1 g de protéines	1 g de lipides
énergie brute	4,2 kcal	5,4 kcal	9,4 kcal
énergie digestible	3,7 kcal (88%)	4,8 kcal (89%)	8,5 kcal (90%)
énergie métabolisable	3,5 kcal (83%)	3,5 kcal (65%)	8,5 kcal (90%)
énergie nette	3,2 kcal (76%)	2,2 kcal (41%)	8,2 kcal (87%)

*Les rendements exprimés en % sont calculés à partir de l'énergie brute.*

### 3) Dépenses énergétiques :

Il existe 3 composantes :

- le métabolisme de base (Resting Energy Requirement RER pour les anglo-saxons :  $70 \cdot P^{0,75}$ ). Ce métabolisme est lié à la surface corporelle ;
- la thermogénèse postprandiale ;
- l'activité physique.

Chez les carnivores domestiques, entre 55 et 70% de la dépense totale sont représentés par le métabolisme de base (NRC 2006), qui reste cependant variable selon la race considérée : le Labrador possède un métabolisme de base environ 20% moindre que la moyenne, 10 à 20% plus que le Dogue Allemand.

D'autre part, le métabolisme de base diminue lorsque l'âge de l'animal augmente (SPEAKMAN *et al.* 2003) et il est donc fortement conseillé de diminuer de 10 à 15 % l'apport énergétique au-delà de 7 ans chez le chien et le chat. Toutefois, semble-t-il compensé par une moindre efficacité digestive chez ce dernier. Il y a également une diminution concomitante de l'activité chez le chien.

Chez l'animal obèse, le problème majeur est de respecter l'équilibre énergétique car estimer les dépenses et donc les besoins présente de nombreuses difficultés :

- la diversité des races, dans l'espèce canine en particulier, entraîne des écarts de poids corporels considérables ; c'est quasi impossible de représenter le besoin énergétique de tous ces chiens par une équation linéaire unique. On a d'abord distinguer les chiens selon leur taille, puis selon leur particularités physiologiques : épaisseur du pelage, rapport masse maigre/masse grasse, activité.
- des facteurs individuels, génétiques ou pas, tels que le sexe de l'animal entrent en jeu ; les mâles sont généralement un peu moins gras que les femelles et leur dépense énergétique est majorée de 10% ; cependant, cette dernière remarque fait l'objet de controverses (KIENZLE, RAINBIRD ,1991a). La castration diminue les dépenses énergétiques de 20 à 30% (JEUSETTE *et al.* 2004a). La masse grasse augmente avec l'âge alors que la masse musculaire diminue.

- La thermorégulation influe peu lorsque l'animal évolue dans un environnement thermique neutre ; cependant, elle doit être prise en compte lorsqu'il s'agit d'animaux vivant en chenil extérieur. Selon les études, le besoin énergétique peut varier de 1 à 3,8% par degré en dessous de la zone de neutralité thermique (entre 15 et 25°C selon les races) (MANNER1991, NRC 2005).

Finalement, chez les carnivores domestiques, le suivi du poids corporel, l'évaluation de la part de masse grasse et la consommation d'aliment restent les principaux facteurs qui nous informent des besoins énergétiques de l'animal.

## **B) Dynamique du poids corporel :**

### 1) Régulations physiologiques :

A l'état sauvage, les félidés et les canidés sont obligés de rester actifs régulièrement afin de trouver la nourriture nécessaire à leur équilibre énergétique ; dans ce cadre natif, les animaux obèses restent exceptionnels. Le risque majeur réside plutôt dans la sous-alimentation et les mécanismes physiologiques régulateurs agissent efficacement dans ce sens.

Chez l'animal domestique, il s'agit bien souvent de gérer la suralimentation. Actuellement, nous connaissons un ensemble de facteurs intervenant dans la régulation hormonale de l'appétit, de la consommation et de la dépense énergétique.

- la leptine est une cytokine produite et sécrétée par les adipocytes ; elle intervient dans la régulation de la consommation alimentaire en diminuant l'appétit. Alors que des injections de leptine provoquent une perte de poids significative chez des souris obèses ou saines, il n'existe pas de déficit en leptine chez l'homme et le chien obèse (JEUSETTE *et al.* 2003, 2004b). Au contraire, le taux plasmatique de leptine est plus élevé chez les obèses. La leptine augmente la dépense énergétique chez les individus sains mais il existe un phénomène de résistance chez les obèses par diminution de la sensibilité des récepteurs.
- La ghréline (GH-releasing hormone) stimule la sécrétion de l'hormone de croissance GH et augmente donc l'ingestion alimentaire chez l'homme et chez

les rongeurs. Chez les chiens obèses, sa concentration plasmatique est plus faible (JEUSETTE *et al.* 2003, 2004b).

- L'adiponectine est une cytokine sécrétée par le tissu adipeux ; son action semble synergique de celle de la leptine. Son expression est réduite de 50% chez les chiens obèses (GAYET *et al.* 2004b).
- Le TNF-alpha (Tumor Necrosis Factor) est une cytokine présente en grande quantité dans le tissu adipeux des animaux obèses : sa concentration augmente avec le degré d'obésité et de résistance à l'insuline chez le chien (GAYET *et al.* 2004a) et diminue lors de son traitement (BLANCHARD *et al.* 2004).

De nombreux facteurs agissant sur le développement de l'obésité chez l'homme et les rongeurs ont également été retrouvés chez les carnivores domestiques.

## 2) Prise de poids :

Si le bilan énergétique d'un animal devient largement positif et/ou positif de façon chronique, les systèmes de régulations précédents sont alors débordés et l'animal prend du poids. Par ailleurs, l'augmentation de l'adiposité stimule aussi la sécrétion de ces substances par le tissu adipeux devenant plus massif (BLANCHARD *et al.* 2004).

Chez l'homme, l'hypothèse la plus courante est que l'obésité est un phénomène progressif qui résulte d'un déséquilibre énergétique prolongé mais faible (NGUYEN, DIEZ, 2006). Il existe 3 phases distinctes :

- une phase statique de pré obésité : l'apport énergétique est excédentaire mais le poids reste stable ;
- une phase dynamique : l'individu prend du poids par augmentation de sa masse grasse et, plus modérée par augmentation de sa masse non grasse (par augmentation du volume sanguin) ;
- une phase statique : la consommation alimentaire ralentie, l'équilibre énergétique se rétablit ; le poids devient très élevé : on parle d'obésité morbide (WHO 1997).

Chez les carnivores domestiques, il faut adapter ces données à leur durée de vie plus courte que chez l'homme. L'obésité peut donc s'installer plus rapidement : de quelques semaines à quelques mois. Des facteurs tels que la stérilisation ou l'alimentation *ad libitum* durant la croissance peuvent induire un surpoids important chez des chiens âgés de 8 mois.

La phase de pré obésité n'est pas décrite chez le chien et le chat ; la phase dynamique peut prendre une forme linéaire ou par paliers. Comme le poids est stabilisé lors de la phase statique, la consommation peut devenir normale voire diminuée et l'on observe alors des animaux « qui ne mangent pas grand-chose » selon leurs propriétaires. Mais leurs apports énergétiques ont été certainement nettement excédentaires quelques mois à quelques années auparavant et leur besoins énergétiques actuels devenus faibles, d'autant que l'activité physique est souvent très limitée à ce stade. Ceci a été démontré chez le chat (BLANCHARD *et al.* 2002)

### 3) Qualité des apports alimentaires :

Chez les carnivores domestiques, la surconsommation d'aliments très énergétiques est le facteur principal dans la dynamique de la prise de poids. De plus, les industriels utilisent souvent les matières grasses pour augmenter l'appétence et la concentration énergétique de leurs aliments.

Théoriquement, adapter les apports énergétiques aux dépenses de l'animal devrait permettre de prévenir l'obésité canine et féline. Cependant, parce qu'on raisonne en terme d'énergie métabolisable, la simple modification de la composition d'un aliment, sans modifier la quantité des apports peut être à l'origine de modifications corporelles et de métabolisme de base (BOUCHE *et al.* 2002). Il est donc impératif d'adapter la composition de l'aliment à distribuer dans le cadre d'un amaigrissement.

## C) Besoin énergétique d'entretien chez le chien et le chat :

Il existe un très grand nombre d'équations mathématiques pour estimer le besoin énergétique d'entretien (BEE) des animaux selon leur poids corporel.

### 1) BEE chez le chien :

Le problème majeur de l'espèce canine réside dans la fourchette de poids corporel : de 1 à plus de 100 kg selon la race considérée, ce qui induit une évolution de la surface corporelle

non proportionnelle au poids. Les animaux de petite taille produisaient davantage de chaleur par unité de poids corporel que ceux de grande taille (BLAXTER 1989, SCHMIDT-NEILSON 1984, KLEIBER 1961,). Le besoin énergétique d'entretien (BEE) ne peut donc pas être exprimé directement en fonction du poids corporel vif (PV) ; un chien de 50 kg consomme moins que deux chiens de 25 kg chacun. Il est nécessaire d'utiliser une équation allométrique afin d'exprimer le BEE selon le poids métabolique:

$$\text{Besoin Énergétique d'Entretien (BEE)} = a \times \text{poids vif (kg)}^b \text{ (en kcal d'énergie métabolisable/jour)}$$

Selon les conditions expérimentales, les coefficients a et b peuvent différer.

Le tableau 2 renferme une liste assez complète mais non exhaustive d'équations mathématiques proposées par différents auteurs, à la suite de différentes études et à différentes dates ; ces équations servent à l'estimation du besoin énergétique d'un chien de format standard dans la majorité des cas.

**Tableau 2 : Mise en équations du BEE chez le chien standard en condition corporelle optimale.**

équations proposées pour le calcul du BEE en kcal EM
121,9*PV <sup>0,83</sup> (Blaza 1982)
100*PV <sup>0,88</sup> (Thoney 1976)
<b>132*PV<sup>0,75</sup> (NRC 1974) : races petites et moyennes, activité modérée</b>
159*PV <sup>0,67</sup> (Heusner 1982)
162*PV <sup>0,64</sup> (Burger 1991)
100*PV <sup>0,88</sup> (NRC 1985) : inclut grandes races, et des niveaux d'activités plus importants
118*PV <sup>0,75</sup> (German Society National Physiology 1989) : chiens au repos
96*PV <sup>0,75</sup> (GSNP 1989) : chiens actifs
95*PV <sup>0,75</sup> (Burger et Johnson 1991) : chiens au repos
125*PV <sup>0,75</sup> (Burger et Johnson 1991) : chiens en activité modérée
154*PV <sup>0,75</sup> (Burger et Johnson 1991) chiens très actifs
98*PV <sup>0,75</sup> (Manner 1991) : Beagles au repos
<b>156*PV<sup>0,67</sup> (Kronfeld 1991)</b>
110*PV <sup>0,75</sup> (Mason 1970)

*Lorsque l'étude porte sur une catégorie précise d'animaux, celle-ci est précisée à côté de l'équation*

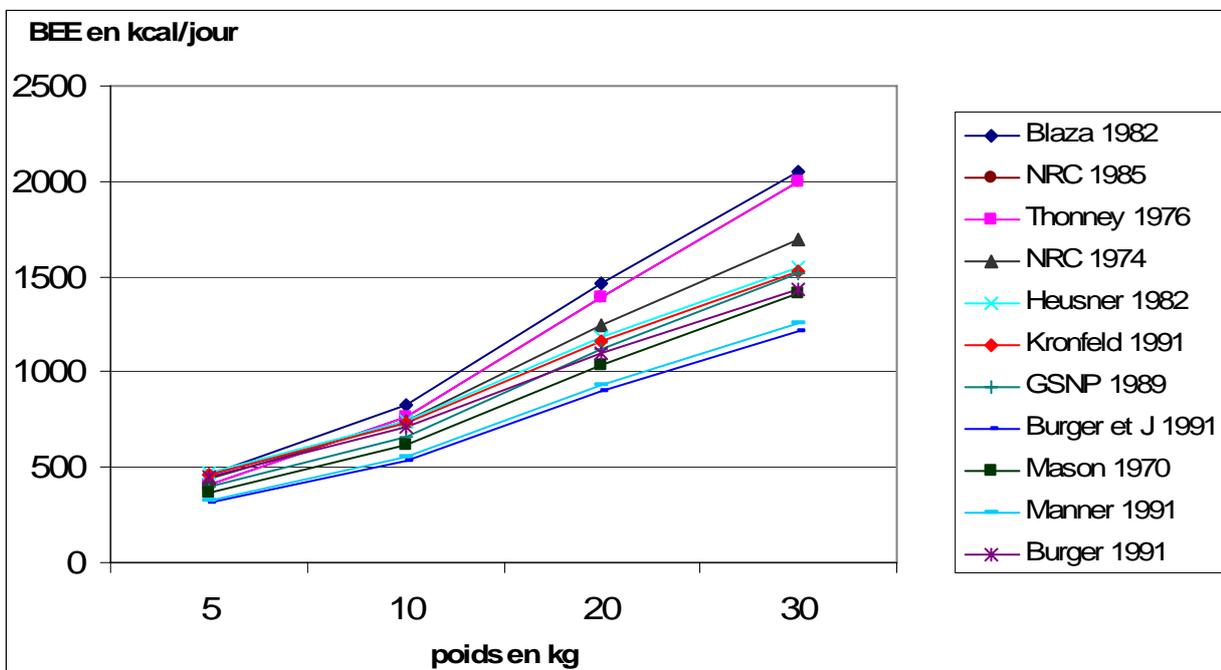
Dans la dernière édition du National Research Council (NRC), l'équation de prédiction du besoin énergétique a été modifiée selon les particularités raciales ou sportives de l'animal afin de rester le plus fidèle possible aux besoins réels de l'animal. Le facteur 132 alloué au poids à la puissance 0,75 a été remplacé par le facteur 130 pour obtenir une équation plus simple. Le tableau 3 répertorie ces modifications.

**Tableau 3 : Particularités des équations de calcul du BEE chez le chien du NRC 2006.**

Equations proposées pour le calcul du BE en kcal EM (NRC 2006)
130*PV <sup>0,75</sup> : chien standard en chenil ou normalement actif
140*PV <sup>0,75</sup> : jeunes adultes en chenil ou normalement actifs
200*PV <sup>0,75</sup> : Danois adultes en chenil ou normalement actifs
180*PV <sup>0,75</sup> : Terriers adultes en chenil ou normalement actifs
95*PV <sup>0,75</sup> : chiens peu actifs
105*PV <sup>0,75</sup> : chiens âgés en chenil, chiens âgés actifs et Terre-Neuve

Les différences de résultats sont plus nettes au fur et à mesure que le poids du chien augmente (Figure 1). Dans la littérature, l'équation la plus fréquemment rencontrée est celle du NRC 1974 ( $132 \cdot P^{0,75}$ ). Elle représente un bon compromis parmi toutes les équations proposées. Aucun modèle mathématique n'est cependant réellement satisfaisant. En effet, même à poids constant, le besoin énergétique varie considérablement selon l'âge, la race, le statut sexuel, les conditions climatiques et le niveau d'activité.

**Figure 1 : Evolution du besoin énergétique d'entretien du chien pour quelques exemples d'équations.**



## 2) BEE chez le chat :

La principale différence entre le chien et le chat est que ce dernier est un carnivore au sens strict ; cela implique des particularités anatomiques telles qu'un volume stomacal bien supérieur, un transit très rapide (intestin grêle plus court) et globalement une digestibilité, pour un même aliment, légèrement moindre par rapport au chien. Le chat possède également la capacité d'adapter, dans une certaine mesure, son ingéré énergétique spontané en fonction de la densité énergétique de l'aliment consommé. Cette capacité d'adaptation n'est à considérer que chez des chats non castrés car dès la castration, le chat ne possède plus cette propriété de régulation et augmente son ingéré réel. (FLYNN *et al.* 1996)

La difficulté principale rencontrée chez le chien d'établir une équation unique d'estimation du besoin énergétique d'entretien, n'est pas aussi claire chez le chat ; en effet, le poids corporel d'un chat adulte peut varier entre 2 et 7 kg en moyenne selon la race et le sexe. Une équation linéaire peut être proposée, ce qui représente une variation moins importante que celle observée entre les races canines.

Le tableau 4 regroupe les exemples les plus usités d'équations de prédiction du besoin énergétique d'entretien pour un chat adulte standard.

### **Tableau 4 : Mises en équations du BEE chez un chat standard de 3, 4 et 5kg.**

<b>équations proposées pour le calcul du BEE</b>
60*PV (Flyn 1996 modifié d'après Blanchard 2004): chat actif
70*PV (NRC 1986) : chat inactif ou castré
80*PV (NRC 1986) : chat actif ou entier

*BEE est exprimé en kcalEM/j et Poids Vif (PV) en kg*

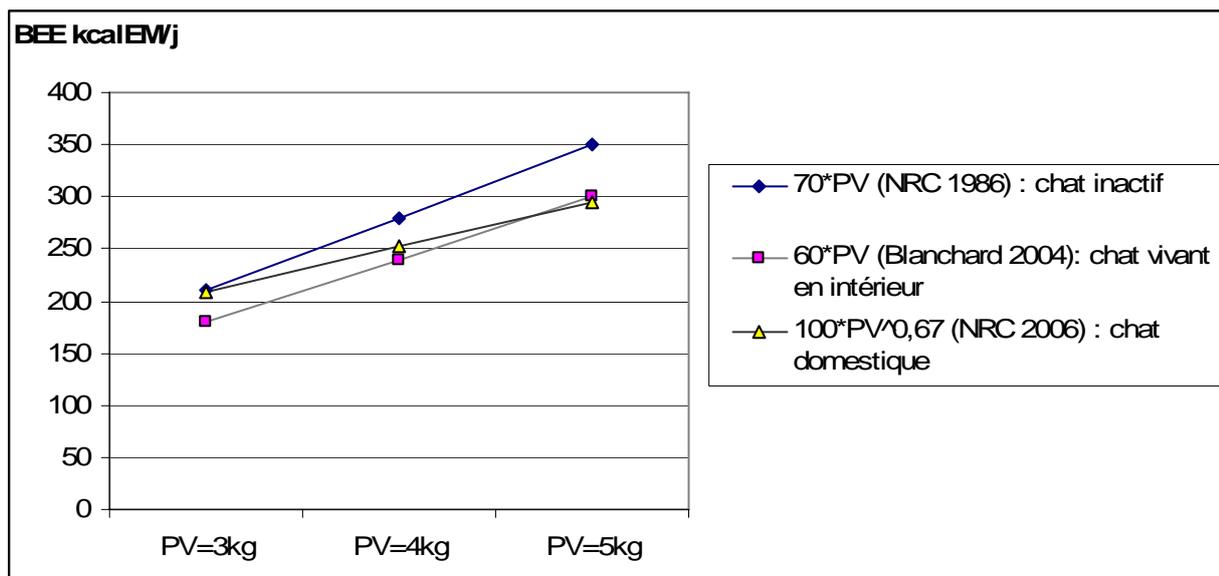
Le NRC 2006 propose quelques modifications des équations précédemment citées afin d'adapter au mieux les calculs théoriques à la réalité du poids corporel du chat et distingue ainsi le chat standard du chat en surpoids (Tableau 5).

### **Tableau 5 : Particularités des équations de calcul du BEE chez le chat du NRC 2006.**

<b>Equations proposées pour le calcul du BE en kcal EM</b>
100*PV <sup>0,67</sup> : chat domestique sans excès de poids
130*PV <sup>0,4</sup> : chat en surpoids
55 à 260*PV <sup>0,75</sup> : félidés sauvages

Les différences de résultats sont plus nettes au fur et à mesure que le poids du chat augmente (Figure 2). Cependant, les disparités dues aux équations mathématiques utilisées sont limitées. Les différences d'apport énergétique sont essentiellement liées au facteur castration et/ou sédentarité versus entier et/ou actif.

**Figure 2 :** Evolution du besoin énergétique d'entretien chez le chat pour quelques exemples d'équations.



**Conclusion :**

Nous avons mis en évidence un très grand choix d'équations mathématiques servant à l'expression du BEE chez le chien et le chat. Cependant, parmi ces équations, il en existe une très couramment utilisée et acceptée par toute la communauté scientifique :

Pour le chien, il s'agit de l'équation du NRC 1974 :  $BEE = 132 * P (kg) ^{0,75}$  kcalEM/jour

Pour le chat, pour grande majorité castré ou vivant à l'intérieur ou sans accès à l'extérieur, il s'agit de l'équation :

$BEE = 60 * P (kg) \text{ kcalEM/jour.}$

## **II) Ajustement individuel du BEE du chien et du chat : coefficients d'ajustement :**

La plupart des équations prédit le besoin énergétique d'entretien sur la base du seul paramètre aisément mesurable chez le chien et le chat: le poids corporel. Le passage du besoin énergétique de repos aux réels besoins quotidiens d'un animal se fait par l'application d'un facteur multiplicatif approprié aux particularités de cet animal. En effet, les besoins énergétiques quotidiens d'un animal en croissance, en gestation, lactation ou à l'exercice correspondent aux besoins énergétiques d'entretien auxquels il faut ajouter le supplément d'énergie requis pour le travail ou la production.

Il existe également des variations du besoin énergétique selon la race, le statut sexuel, l'état de santé et les conditions environnementales (GROSS, WEDEKIND, COWELL *et al.* 2000).

En pratique, ces équations de détermination des besoins doivent être utilisées en tant que directives et il est de la responsabilité du vétérinaire praticien d'adapter ces directives à l'animal considéré.

### **A) Ajustement racial :**

Certaines races comme le Terre-Neuve, le Husky et le Retriever ont des besoins énergétiques plus faibles, tandis que les Dogues Allemands et les Lévrier ont des besoins énergétiques supérieurs à la moyenne (KIENZLE, RAINBIRD 1991b). Les besoins spécifiques des différentes races reflètent probablement des différences intéressantes :

- le tempérament, qui engendre un niveau d'activité plus ou moins important ;
- la taille ;
- les propriétés isolantes de la peau (hypoderme) et du pelage qui influencent les pertes de chaleur ;
- la masse maigre.

Les coefficients d'ajustement selon la race considérés chez le chien sont présentés dans le tableau 6 (PARAGON, GRANDJEAN 1993, DONOGHUE 1992). Il n'existe pas d'ajustement racial connu décrit chez le chat.

## **B) Ajustement comportemental et niveau d'activité :**

L'activité influence significativement les besoins énergétiques ; la station debout nécessite 40% d'énergie en plus par rapport à la station couchée (GROSS, WEDEKIND, COWELL 2000). L'essentiel des disparités sur l'estimation des besoins énergétiques constatées dans la littérature est imputable à des différences de niveaux d'activité des animaux étudiés.

De brèves séances d'activité physique intense n'engendrent qu'une faible augmentation des besoins énergétiques quotidiens, mais un exercice physique prolongé peut accroître les besoins énergétiques d'un facteur 4 à 8 par rapport au besoin de repos (métabolisme de base), soit 2 à 4 par rapport au BEE (GROSS, WEDEKIND, COWELL 2000).

Le tableau 8 présente les coefficients d'ajustement selon le niveau d'activité du chien ou du chat considéré (PARAGON, GRANDJEAN 1993, DONOGHUE 1992).

L'estimation de l'activité doit se faire en interrogeant le propriétaire sur le mode de vie réel (heures de sorties, nombres de promenades par jour, et donc « heures de canapé »), et non sur la seule impression du propriétaire.

## **C) Ajustement physiologique :**

### 1) Sexe et castration:

Nous avons vu le BEE de l'adulte. Le sexe ne semble pas l'influencer, en dehors d'une période de reproduction. En revanche, la castration modifie le besoin énergétique en diminuant d'environ 20% le métabolisme de base : chez le chat mâle comme femelle, que la gonadectomie soit précoce ou non (7 semaines ou 7 mois) (ROOT *et al.* 1996).

Les chats moins actifs la plupart du temps après leur castration ont besoin de moins d'énergie et, tout comme chez le chien, l'ingestion d'énergie par unité de poids corporel est plus faible chez les chats plus lourds (EARLE, SMITH 1991). En général, les besoins énergétiques quotidiens des chats adultes non stérilisés s'élèvent à environ 1,4 fois les besoins énergétiques de repos. (Tableau 10)

## 2) Croissance :

Le besoin énergétique pour la croissance est supérieur au besoin d'entretien correspondant au poids déjà acquis car il faut de l'énergie pour la formation de nouveaux tissus, en plus de l'entretien de ceux déjà acquis. Néanmoins, la croissance est un processus dynamique : sa vitesse augmente jusqu'au pic de croissance puis diminue à mesure que les animaux se rapprochent de la maturité. Chez le chien, le pic de croissance est postérieur au sevrage. Par conséquent, la quantité d'énergie requise augmente puis diminue au cours de la croissance. Le temps nécessaire pour atteindre la maturité chez le chien s'accroît avec l'augmentation du poids corporel adulte (GROSS, WEDEKIND, COWELL *et al.* 2000). C'est au moment du sevrage que les besoins énergétiques des chiots sont les plus élevés. Les chiots en croissance requièrent 2 fois les besoins énergétiques de repos entre le sevrage et l'âge de 4 mois et 2 à 1 fois les besoins de repos de 4 mois jusqu'à atteindre sa taille adulte. (Tableau 9)

Les besoins énergétiques des chatons en croissance suivent un schéma similaire. Les besoins énergétiques par unité de poids corporel atteignent leur maximum vers l'âge de 5 semaines (MILLER, ALLISON 1958). Les recommandations en matière d'apports énergétiques chez les chatons en croissance sont d'environ 2,5 fois les besoins énergétiques de repos. (Tableau 10) (PARAGON, GRANDJEAN, 1993)

## 3) Gestation et lactation :

Chez le chien, l'essentiel du gain de poids a lieu au cours du dernier tiers de la gestation ; le besoin énergétique de la chienne n'augmente pas beaucoup avant ce moment. Le besoin énergétique quotidien pendant la gestation est de l'ordre de 3 fois celui de base pour la plupart des races, bien que les grandes races puissent exiger des apports énergétiques encore plus élevés pour maintenir un état général normal (GROSS, WEDEKIND, COWELL *et al.* 2000).

Chez les chattes, l'ingestion d'énergie augmente progressivement depuis le début de la gestation et se poursuit jusqu'à la mise bas (LOVERIDGE 1986) (Tableaux 9 et 10).

La lactation est l'un des stades de vie les plus exigeants en énergie. Selon la taille et l'âge de la portée, les besoins énergétiques quotidiens peuvent atteindre 6 fois les besoins de repos chez la chatte et 8 fois les besoins de repos chez la chienne. La lactation dure environ six

semaines chez la chienne et la chatte. Les apports énergétiques pendant la reproduction sont résumés dans les tableaux 9 et 10.

#### 4) Vieillesse :

L'âge est un facteur déterminant pour les besoins énergétiques quotidiens des chiens et chats adultes (FINKE 1994). On distingue trois groupes de chiens adultes :

- jeunes (un à deux ans) ;
- d'âge moyen (trois à sept ans) ;
- âgés (plus de 7 ans) (KIENZLE, RAINBIRD 1991b, FINKE 1991).

Les animaux âgés ont généralement besoin de moins de calories pour maintenir leur poids corporel et leur condition physique, en raison principalement d'une diminution de l'activité (FINKE 1991). Cet effet pourrait également être lié à l'augmentation de la graisse corporelle et à la réduction de la masse maigre, qui aboutissent à une réduction des besoins énergétiques de repos.

Chez le chien, les individus de plus de sept ans requièrent 10 à 20% d'énergie en moins par rapport aux animaux âgés de trois à sept ans (KIENZLE, RAINBIRD 1991b, FINKE 1991, TAYLOR *et al.* 1995). La difficulté est de savoir si cette baisse d'énergie est le reflet d'une modification de l'activité ou de l'âge.

Chez les chats âgés de un à neuf ans n'a mis en évidence aucune corrélation apparente entre le vieillissement et des modifications de la composition de l'organisme (MUNDAY, EARLE, ANDERSON 1994).

Burger n'a constaté aucun effet significatif de l'âge sur les besoins énergétiques des chats (BURGER 1994). Cependant, les chats adultes d'âge moyen (4-11 ans) sont plus volontiers en surpoids que les plus âgés (ARMSTRONG, LUND 1996, SCARLETT, DONOGHUE, SAIDLA *et al.* 1994).

Généralement, les animaux âgés sont moins actifs ; ils doivent recevoir moins d'énergie ou moins de nourriture afin d'éviter l'obésité. Les chiens et les chats de plus de onze ans ont tendance à maigrir et à avoir moins de graisse corporelle que les animaux âgés de sept à onze ans. Chez l'être humain, et vraisemblablement aussi chez le chien et le chat, la masse maigre diminue avec l'âge (ARMSTRONG, LUND 1996, JEWELL, KIRK, BERRYHILL *et al.*

1996). Comme les besoins énergétiques sont liés à la masse maigre, une réduction d'activité et une réduction de la masse maigre peuvent contribuer à réduire les besoins énergétiques. Les coefficients d'ajustement selon l'âge des chiens et chats sont résumés dans les tableaux 9 et 10.

#### **D) Ajustement climatique:**

L'influence du type de logement et du climat ne doit pas être négligée lors de l'évaluation des besoins énergétiques. Par temps froid, les chiens et chats qui vivent en extérieur ont besoin de 10 à 90% de calories de plus. Les pertes par chaleur sont minimales pour la plage de températures appelée zone de neutralité thermique. La plage de température ambiante pour laquelle les chiens et chats atteignent leur métabolisme minimal est spécifique de la race et est plus basse lorsque l'isolation thermique (densité du pelage et longueur de poils) est plus efficace (KLEIBER 1961b, MANNER 1991). La zone de neutralité thermique est estimée à 15 à 20°C pour les races à poils longs et à 20 à 25°C pour les races à poils courts (KLEIBER 1961b, MANNER 1991). Pour les chiens de traîneau d'Alaska, cette plage de température peut descendre jusqu'à 10 à 15°C. Dès que l'on sort de la zone de neutralité thermique, de l'énergie supplémentaire doit être consommée pour maintenir la température corporelle.

Cependant, l'extrême majorité des animaux suivis par les vétérinaires de notre pays sont des animaux « d'intérieur » et les températures sont celles d'un pays de zone tempérée : nous ne tenons donc quasiment jamais compte de ces éventuelles variations ; cependant, aux vétérinaires praticiens de rester vigilants et d'adapter leurs calculs de besoin énergétique selon l'individu, notamment pour les chiens vivant en zone montagneuse à l'extérieur (Tableau 7).

#### **E) Ajustement clinique : maladies, traumatismes, infections et cancers :**

Afin d'élaborer une réponse immunitaire, de terminer un phénomène de cicatrisation, de lutter contre un cancer ou une autre maladie, l'animal doit augmenter son activité cellulaire. Cette activité requiert de l'énergie. Des nutriments énergétiques doivent leur être fournis en quantité suffisante pour éviter un catabolisme des tissus de l'organisme qui aboutit à une perte de fonction.

Pourtant, dans la majeure partie des cas, les animaux malades sont inactifs voire anorexiques : leur besoin énergétique quotidien diminue.

De nombreuses études ont cherché à quantifier ces besoins énergétiques afin de connaître les coefficients d'ajustement adéquats (KRONFELD 1991, HILL 1993, DONOGHUE 1989, REMILLARD, THATCHER, 1989). Certaines ont été mesurées comme pour le lymphome ou l'ostéosarcome.

BURKHOLDER (1995) a recommandé une approche pratique où les besoins énergétiques de repos et les besoins énergétiques quotidiens servent de référence pour évaluer si la consommation alimentaire volontaire d'un animal malade est adéquate ou insuffisante.

Les coefficients d'ajustement pour estimer les besoins énergétiques des chiens et des chats dans ces conditions sont résumés dans le tableau 11 (PARAGON, GRANDJEAN 1993, DONOGHUE 1993).

**Tableau 6 : Coefficients d'ajustement racial chez le chien (PARAGON et GRANDJEAN 1993. DONOGHUE 1993. HAWTHORNE, BUTTERWICK 2000.).**

<b>Ajustement racial (k1)</b>	
0,8	races nordiques (Golden Retriever, Husky, Léonberg, Terre neuve)
0,9	Beagle, Cocker,
1	autres
1,1 à 1,2	lévriers, dogue allemand

**Tableau 7 : Evolution du BEE en fonction de la température extérieure.**

<b>Température (°C)</b>	<b>kcal/kg PV<sup>0,75</sup></b>
-25	265 (+ 100%)
-20	250
-15	235
-10	220
-5	205
0	190 (+ 50%)
5	175
10	160
15	145
20	130

**Tableau 8 : Coefficients d'ajustement comportemental du besoin énergétique du chien et du chat (PARAGON, GRANDJEAN 1993).**

Ajustement comportemental (k2)	
0,7	léthargique
0,8	très calme
0,9	calme
1,0	normal
1,1	actif
1,2	hyperactif

*Normal signifie que le chien ou le chat sort plusieurs fois dans la journée, pendant des périodes prolongées.*

**Tableau 9 : Coefficients d'ajustement physiologique du besoin énergétique chez le chien (PARAGON, GRANDJEAN 1993, DONOGHUE 1993).**

Ajustement physiologique (k3)		
croissance		
pré sevrage		3
post-sevrage	<40%	2
% P. adulte	40-49	1,75
	50-69	1,5
	70-79	1,35
	80-99	1,2
	adulte	1
gestation: premier trimestre		1,0
	deuxième trim.	1,1
	troisième trim.	1,2 à 1,5
lactation: début		2 à 3
	fin	1,5 à 2
âgé en BEG, selon activité		0,8 à 0,9
castré		0,8

**Tableau 10 : Coefficients d'ajustement physiologique du besoin énergétique chez le chat (PARAGON, GRANDJEAN 1993, DONOGHUE 1993).**

<b>ajustement physiologique (Kcal EM/kg PV)</b>	
croissance	
0 à 10 semaines	250
10 à 20 semaines	130
20 à 30 semaines	100
30 à 40 semaines	80
Adulte	
gestation: 5° à 9° sem	100
lactation	250
castré sédentaire	40-50
âgé (selon état et activité)	50-70

**Tableau 11 : Coefficients d'ajustement clinique du besoin énergétique chez le chien et le chat. (Modifié d'après PARAGON, GRANDJEAN 1993, DONOGHUE 1993).**

<b>Ajustement clinique (k4)</b>	
restriction alimentaire	0,5 à 0,9
coma	0,5 à 0,9
paralysies	0,5 à 0,9
hypo métabolisme	0,5 à 0,7
chirurgie limitée	1,0 à 1,2
fracture simple	1,0 à 1,1
traumatisme léger	1,0 à 1,2
moyen	1,1 à 1,5
graves	1,1 à 2,0
cancer débutant	0,8 à 1,2
lymphosarcome (avant chirurgie)	0,8
Ostéosarcome (avant chirurgie)	1,2
avancé	1,1 à 2,0
septicémie	1,2 à 2,0
brûlures selon étendue	1,2 à 1,5

**Conclusion :**

**Nous avons mis en évidence un très grand choix de coefficients mathématiques servant à ajuster l'expression du BEE aux particularités physiologiques et cliniques de l'animal.**

**Parmi ces coefficients, il en existe un très couramment utilisé et accepté par toute la communauté scientifique : il s'agit du facteur 0,8 imputable à la castration ou la sédentarité de l'animal. Finalement, l'équation la plus fréquemment rencontrée dans les publications scientifiques est:**

**Pour le chien :  $BEE = 132 * P \text{ (kg)}^{0,75} * 0,8 \text{ kcalEM/jour}$**

**Pour le chat :  $BEE = 50 * P \text{ (kg)} \text{ kcalEM/jour}$ . (Le facteur castration ou sédentarité est inclus dans le coefficient 50)**

### **III) Choix raisonné d'une restriction énergétique dans le traitement du chien et du chat obèse:**

#### **A) Préliminaires au programme d'amaigrissement :**

##### 1) Examen général :

La plupart des propriétaires d'animaux obèses ne consultent pas spontanément pour résoudre un problème de surpoids. C'est le praticien qui doit poser le diagnostic et convaincre les propriétaires de la gravité du cas et les motiver à entreprendre un régime. Il faut répertorier l'ensemble des problèmes décelés par les propriétaires et inventorier ceux qui sont encore latents.

Il faut aussi envisager les traitements reçus, essentiellement ceux qui peuvent influencer le métabolisme énergétique tels que les corticoïdes et les progestatifs.

Il faut également prendre en compte les facteurs comportementaux (tempérament de l'animal, niveau d'activité, environnement : cadre de vie plus ou moins favorable à un accroissement de la dépense énergétique et cohabitation avec d'autres animaux pouvant poser des problèmes pratiques de distribution des aliments) (NGUYEN, DIEZ 2006).

##### 2) Adhésion du propriétaire :

Il est difficile de faire admettre au propriétaire d'un animal que celui-ci est obèse si son état clinique reste bon. Il existe un très grand nombre d'approches possibles mais l'une des plus efficaces est d'utiliser des messages positifs : expliquer les avantages de l'amaigrissement sur la santé du chien, animal en meilleure santé, plus alerte, plus longtemps. Adopter des messages négatifs est en général mal perçu par le propriétaire : effets délétères de l'obésité, maladies associées (NGUYEN, DIEZ 2006).

De manière générale, il faut :

- s'accorder avec le propriétaire sur le poids cible à atteindre ; l'important est de faire admettre la nécessité de faire maigrir l'animal et que le régime s'avère efficace. C'est souvent après les premiers résultats qu'il devient possible d'affiner le pronostic et les objectifs avec le propriétaire ;
- délivrer un message initial clair et précis. Préciser absolument le nombre de kilogrammes à perdre et le temps que cela nécessite ;

- avertir le propriétaire qu'il est difficile, contraignant et long de faire maigrir son animal ; il faudra faire preuve de détermination et de persévérance. Un encouragement pour le propriétaire est de noter sur un carnet le poids de son animal une fois par semaine afin de visualiser les résultats ; c'est également un moyen indirect de garder le propriétaire impliqué dans le programme. (NGUYEN, DIEZ 2006).

### 3) Anamnèse du programme alimentaire :

L'anamnèse des habitudes alimentaires de l'animal doit permettre d'évaluer l'ingéré énergétique avant de débiter le programme d'amaigrissement. Souvent, cet ingéré peut être faible car le principal déterminant de la dépense énergétique chez un animal peu actif, est sa masse maigre. Même si le tissu adipeux représente 50% du poids de l'animal (contre 15% en temps normal), il n'est pas responsable de plus de 10% de la dépense énergétique (NGUYEN, DIEZ M 2006).

Donc plus l'animal est obèse, moins il mange relativement à son poids. Ceci est d'autant plus vrai que l'animal est inactif. L'anamnèse alimentaire doit donc estimer le niveau de dépense énergétique afin de ne pas prescrire une ration alimentaire dont l'énergie serait supérieure.

Il faut s'assurer d'obtenir toutes les informations nécessaires sur l'environnement de l'animal (cadre et mode de vie, présence d'autres animaux), et son mode d'alimentation ; il faut identifier la personne qui nourrit l'animal ; l'aliment distribué (marque, type de produit), la quantité journalière (méthode d'alimentation : ad libitum ou quantité limitée), les friandises éventuelles, les restes de table...

## **B) Choix du niveau de restriction énergétique :**

Il faut ensuite établir une prévision de perte de poids et déterminer le régime le mieux adapté à la situation et aux objectifs.

### 1) Inconvénients d'un niveau de restriction standard :

Un ensemble de programmes d'amaigrissement standardisés est à disposition du vétérinaire praticien ; le problème majeur de ces programmes est qu'ils ne tiennent pas compte de l'excès de poids et du niveau d'alimentation de l'animal avant le début du programme.

L'une des recommandations les plus couramment citées dans la littérature est de ne couvrir que 60% du besoin énergétique calculée sur la base du poids idéal de l'animal : le coefficient d'ajustement est donc  $K4 = 0,6$ .

Cette restriction énergétique standardisée induit des pertes de poids très variables selon les individus. Différentes études ont montré qu'une restriction énergétique de 60% chez des chiens a entraîné une perte de poids entre 4,8 et 27,8%, pendant une période de 12 semaines (MARKWELL, VAN ERK, PARKINT *et al.* 1990).

De même, une restriction énergétique de 40% chez des chiens a entraîné une perte de poids entre 12 et 26%, pendant une période de 7 à 16 semaines (BIOURGE, HENROTEAUX, ISTASSE *et al.* 1987, LAFLAMME, KUHLMAN, LAWLER 1997).

Une autre étude a montré que le temps nécessaire pour atteindre le poids idéal avec une restriction de 50% a pris entre 40 et 161 jours (BLANCHARD, NGUYEN, GAYET *et al.* 2004).

Chez les chats, le problème d'une restriction standardisée est le même : dans une étude, les restrictions appliquées étaient entre 25 et 50% et la perte de poids induite était de 1,5% par semaine (NGUYEN, DUMON, MARTIN *et al.* 2002). Dans une autre étude, une restriction de 40% a entraîné une perte de poids de 2,4 à 17,1% en 14 semaines (HAND 1988).

L'importance de la surcharge pondérale, la cause, l'ancienneté, le niveau d'activité physique, le programme alimentaire original sont autant de facteurs qui influencent l'efficacité du programme d'amaigrissement et la rapidité des résultats escomptés.

## 2) Pertinence d'un niveau de restriction raisonné : amaigrissement lent et rapide :

Il est donc nécessaire d'adapter le niveau de restriction énergétique à l'individu considéré en fonction de son excès pondéral et de la durée d'amaigrissement souhaitée essentiellement.

Il ne faut quand même pas imposer une durée trop courte du régime amincissant car les risques encourus sont nombreux (NGUYEN, DIEZ 2006) :

- une absence de satiété suffisante : elle augmente le niveau d'excitation de l'animal avant le repas et le propriétaire peut se décourager plus rapidement ;
- une perte de masse maigre trop importante ;

- une faiblesse générale qui entraîne une inactivité physique trop grande et donc une augmentation de la perte de masse maigre ;
- un effet « yoyo » : la dépense énergétique de base diminue pendant l'amaigrissement à cause de la résistance à cet amaigrissement. Cette dépense énergétique est inférieure à celle d'un animal maigre de même poids et cela augmente le risque de reprise pondérale dès la fin du régime.

Un objectif raisonnable est d'obtenir une perte de poids de l'ordre de 6 à 7% du poids initial par mois, ce qui correspond à une perte de 1,5% chaque semaine. L'allocation énergétique indiquée est à priori d'autant plus faible que l'excédent pondéral est important et que l'on cherche une réduction pondérale plus rapide. Il convient d'être plus drastique avec les femelles qu'avec les mâles ; en effet une étude récente chez des Beagles a montré qu'il est plus difficile de faire perdre du poids chez les femelles obèses, entières ou stérilisées, que chez les mâles stérilisés (NGUYEN, DIEZ 2006).

Le tableau 12 rassemble plusieurs degrés de restriction énergétique proposés dans la littérature pour faire maigrir des chiens ; ce degré de restriction étant lié au degré de surcharge pondérale initial et au sexe de l'animal ( d'après NGUYEN, DIEZ M 2006).

Nous considérons deux plans d'amaigrissement distincts :

- un plan d'amaigrissement rapide, lorsque l'animal concerné est atteint d'obésité morbide et qu'il est important de parvenir à réduire sa masse grasse rapidement. La perte pondérale est estimée à 2% du poids d'origine par semaine ;
- un plan d'amaigrissement plus lent, lorsque l'animal est obèse ou qu'il a déjà perdu du poids par le biais d'un amaigrissement rapide et qu'il n'est plus nécessaire de proposer un régime drastique. La perte pondérale est alors estimée à 1% du poids d'origine environ.

**Tableau 12 : Recommandations de restrictions énergétiques dans le cadre d'un amaigrissement chez le chien (d'après NGUYEN, DIEZ 2006).**

Excédent de poids	20-30%		30-40%		>40%	
Taux de graisse corporelle	25-35%		35-45%		>45%	
<b>Note d'état corporel (BCS)</b>	4		4 à 5		5	
<b>Amaigrissement lent: perte de 1,5% du poids initial par semaine</b>						
<b>Allocation énergétique journalière (kcal EM/kg PO<sup>0,75</sup>)</b>	<b>mâle</b>	<b>femelle</b>	<b>mâle</b>	<b>femelle</b>	<b>mâle</b>	<b>femelle</b>
	85	75	75	65	60	55
<b>Besoin énergétique d'entretien kcal EM/kg PO<sup>0,75</sup></b>	132	132	132	132	132	132
<b>Coefficient d'ajustement obésité</b>	0,64	0,57	0,57	0,49	0,45	0,42
Durée probable d'amaigrissement	15-18 semaines		18-20 semaines		>20-22 semaines	
<b>Amaigrissement rapide: perte de 2% du poids initial par semaine</b>						
<b>Allocation énergétique journalière (kcal EM/kg PO<sup>0,75</sup>)</b>	<b>mâle</b>	<b>femelle</b>	<b>mâle</b>	<b>femelle</b>	<b>mâle</b>	<b>femelle</b>
	80	75	65	60	55	50
<b>Besoin énergétique d'entretien kcal EM/kg PO<sup>0,75</sup></b>	132	132	132	132	132	132
<b>Coefficient d'ajustement obésité</b>	0,6	0,57	0,49	0,45	0,42	0,38
Durée probable d'amaigrissement	9-11 semaines		11-13 semaines		>15-17 semaines	

*BCS: score de condition corporelle fixé sur une échelle de 1 à 5; PO: poids optimal visé;*

*poids initial: poids du chien obèse*

*pour initier la perte de poids sans imposer une restriction trop sévère d'emblée,*

*il est conseillé de démarrer avec une allocation énergétique équivalente à:*

*65% (ou 85 kcal/kg PCI<sup>0,75</sup>) du BEE pour un mâle. Descendre à 55%(ou 75kcal/kg PCI<sup>0,75</sup>) si le chien est stérilisé.*

*55% (ou 75 kcal/kg PCI<sup>0,75</sup>) du BEE pour une femelle. Descendre à 50% (ou 65 kcal/kg PCI<sup>0,75</sup>) si la chienne est stérilisée.*

*selon l'évolution du rythme de la perte de poids, ces options pourront être révisées ensuite*

Chez le chat, la démarche est identique sauf qu'on ne dispose pas actuellement de renseignements sur d'éventuelles différences entre mâles et femelles.

Cependant, la castration est de plus en plus répandue dans les deux sexes : il n'est donc pas nécessaire de faire une distinction.

Un autre fait important chez le chat : il ne faut pas induire une perte de poids trop supérieure à 1,5% du poids initial par semaine à cause du risque de lipidose hépatique en cas d'anorexie, même partielle.

Chez les animaux les plus obèses, la restriction énergétique est considérable : on peut la diminuer raisonnablement et alors allonger la durée du plan d'amaigrissement. Le tableau 13 rassemble plusieurs degrés de restriction énergétique proposés dans la littérature pour faire maigrir des chats stérilisés (d'après NGUYEN, DIEZ 2006).

A l'ENVA, le Dr BLANCHARD préconise d'agir par étapes de perte de poids de 20% lorsque le poids corporel effectif est très supérieur au poids idéal de l'animal ; en pratique, la restriction énergétique s'applique sur le poids objectif de l'animal, c'est-à-dire sur son poids actuel moins 20%, soit son poids idéal s'il est supérieur au poids actuel moins 20%. Il ne s'agit pas d'aller trop vite, de manière à apporter suffisamment à l'animal pour qu'il ne sollicite pas trop ses propriétaires en raison d'un rationnement trop drastique. L'équation utilisée est donc :

$$BE = BEE (\text{Poids idéal}) * k1*k2*k3*0,8$$

En pratique, le niveau alimentaire est fonction du poids objectif envisagé avec une limite minimale qui correspond au poids actuel \* 0,8. Le tableau 14 rassemble les contraintes nutritionnelles de l'amaigrissement d'un chien et d'un chat d'après les études effectuées au service de nutrition de l'ENVA (BLANCHARD, 2006).

**Tableau 13 :** Recommandations de restrictions énergétiques dans le cadre d'un amaigrissement chez le chat stérilisé. (D'après NGUYEN, DIEZ 2006)

Excédent de poids	20-30%	30-40%	>40%
Taux de graisse corporelle	25-35%	35-45%	>45%
<b>Note d'état corporel</b>	<b>4</b>	<b>4 à 5</b>	<b>5</b>
<b>allocation énergétique journalière (kcal EM/kg PO)</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>
<b>Besoin énergétique d'entretien (kcal EM/kg PO)</b>	50	50	50
<b>Coefficient d'ajustement obésité</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>
Durée probable d'amaigrissement	15-18 semaines	18-20 semaines	>20-22 semaines

**Tableau 14 :** Contraintes nutritionnelles de l'amaigrissement du chien et du chat à l'ENVA. (D'après BLANCHARD 2006).

	<b>CHIEN</b>	<b>CHAT</b>
<b>Besoin énergétique (kcal EM/jour)</b>	BE (poids objectif)*K4*K1K2K3	BE (poids objectif)*K4*K1K2K3
<b>Valeur du coefficient K4</b>	0,6	0,7
<b>Valeur des coefficients K1*K2*K3</b>	Entre 0,8 et 1	Entre 0,8 et 1

*Poids objectifs minimum = poids actuel \* 0,8*

*Excepté en cas de diabète : 70% chez le chien et 80% chez le chat du BE du poids actuel*

Si l'état d'embonpoint est très important, les équations précédentes peuvent être remplacées par l'équation suivante :

<p><b>Besoin énergétique (kcal EM/jour) = BE (poids idéal) * 0,8 amaigrissement lent</b></p> <p><b>BE (poids idéal) * 0,6 amaigrissement rapide</b></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cette équation est d'ailleurs souvent la plus utilisée dans le cadre d'un amaigrissement chez le chat afin d'éviter le risque de proposer un besoin énergétique supérieur aux apports énergétiques que l'animal reçoit en temps normal ; en effet, le chat obèse mange souvent très peu une fois la phase statique atteinte (cf. B Dynamique du poids corporel).

#### **IV) Bases législatives de fabrication d'un aliment à objectif nutritionnel particulier : la perte de poids**

##### **A) Définition légale d'un aliment à objectif nutritionnel particulier : aliment diététique.**

D'après la FACCO (2001), les aliments diététiques sont «des aliments composés pour animaux qui, du fait de leur composition particulière ou du processus particulier de leur fabrication, se distinguent nettement tant des aliments courants que des produits (aliments médicamenteux pour animaux) définis par la Directive 90/167/CEE du conseil du 26 mars 1990, et sont présentés comme étant destinés à couvrir des besoins nutritionnels spécifiques ».

«Un objectif nutritionnel particulier est un objectif qui vise à satisfaire les besoins nutritionnels spécifiques de certaines catégories d'animaux familiers ou de rente dont le processus de digestion, le processus d'absorption ou le métabolisme risquent d'être perturbés ou sont perturbés temporairement ou de manière irréversible et qui, de ce fait, peuvent tirer des bénéfices de l'ingestion d'aliments appropriés à leurs états ».

##### **B) Mentions légales obligatoires des aliments diététiques en France :**

En France, il existe une réglementation légale qui régit les obligations qu'ont les fabricants d'aliment pour chiens et chats de préciser un certains nombres d'information sur leurs produits. C'est l'arrêté du 8 avril 1999 qui fixe la liste des objectifs nutritionnels particuliers des aliments diététiques pour animaux.

La liste des objectifs nutritionnels particuliers qui peuvent être visés par les aliments diététiques pour animaux ainsi que les caractéristiques nutritionnelles et les modalités d'emploi de ceux-ci, les espèces ou les catégories d'animaux concernés et les mentions particulières d'étiquetage, prévues à l'article 19-1 du décret du 15 septembre 1986 susvisé, sont fixées dans les annexes de cet arrêté.

Cette annexe précise :

- objectif nutritionnel particulier : *réduction d'un excès pondéral* ;
- caractéristiques nutritionnelles essentielles : *faible densité énergétique* ;
- espèce ou catégorie d'animaux : *chiens et chats* ;

- déclarations d'étiquetage : *valeur énergétique* (calculée selon l'arrêté du 16 mars 1989) ;
- durée d'utilisation recommandée : *jusqu'à obtention du poids corporel recherché* ;
- autres indications : *le mode d'emploi doit indiquer la quantité journalière recommandée.*

### **C) Mentions légales obligatoires des aliments diététiques aux Etats-Unis :**

La publication officielle de 1997 de l'Association of American Feed Control Officials (AAFCO) comprenait un article définissant les limites et les impératifs en matière d'étiquetage en ce qui concerne la spécification de la teneur en calories et en matières grasses des aliments à l'aide de termes descriptifs du type « allégé », « léger », « basses calories », « moins de », « à teneur réduite en calories », « faible teneur en matières grasses », « à teneur réduite en matières grasses » et « maigre ». Ces définitions sont en application aux Etats-Unis depuis janvier 1998 (AAFCO 1997).

Cette publication précise :

- aliments secs allégés (<20% d'humidité) : 3100 kcal d'énergie métabolisable/kg d'aliment pour les chiens et 3250 kcalEM/kg pour les chats ;
- aliments secs maigres : 9% de matières grasses dans l'aliment prêt à consommer pour les chiens et 10% de MG pour les chats ;
- aliments humides allégés (>65% d'humidité) : 900 kcal EM/kg d'aliment pour les chiens et 950 kcalEM/kg d'aliment pour les chats ;
- aliments humides maigres : 4% de matières grasses dans l'aliment prêt à consommer pour les chiens et 5% de MG pour les chats.

Dans les aliments pour chiens ou pour chats dont l'étiquette porte l'indication « basses calories », « à teneur réduite en calories » ou toute autre expression similaire, le pourcentage de réduction et le nom du produit utilisé pour la comparaison doivent figurer de manière explicite sur l'étiquette ; l'étiquette du produit doit également mentionner sa teneur en calories et les instructions d'utilisation doivent refléter une réduction du nombre de calories par rapport aux instructions d'utilisation du produit utilisé pour la comparaison. Les comparaisons entre produits entrant dans des catégories différentes en matière de teneur en humidité sont considérées comme trompeuses.

Dans les aliments pour chiens et pour chats dont l'étiquette porte l'indication « moins de matières grasses », « à teneur réduite en matières grasses » ou toute expression similaire, le pourcentage de réduction et le nom du produit utilisé pour la comparaison doivent figurer de manière explicite sur l'étiquette ; l'étiquette du produit doit également mentionner une teneur maximale garantie en graisses brutes immédiatement après la teneur minimale garantie en graisses brutes dans les informations d'analyse garantie obligatoires. Les comparaisons entre produits entrant dans des catégories différentes en matière de teneur en humidité sont considérées comme trompeuses.

## **V) Caractéristiques nutritionnelles d'un aliment à objectif nutritionnel particulier : la perte de poids**

L'amaigrissement passant par une réduction de l'apport énergétique en deçà du BEE pour le poids idéal, un aliment complet pour entretien devrait être apporté en quantité réduite pour diminuer l'apport calorique quotidien. Or, ceci revient également à réduire l'apport en tous les nutriments, u compris les nutriments essentiels.

Réduire la densité énergétique des aliments distribués aux animaux obèses représente la stratégie principale pour permettre une perte de poids sans trop réduire la quantité d'aliment; c'est même une contrainte légale (cf. chapitre précédent).

Les fabricants d'aliments pour animaux de compagnie diminuent la densité énergétique des aliments en réduisant leur teneur en graisses et en augmentant simultanément leur teneur en fibres, en air ou en humidité. L'eau et l'air sont rapidement éliminés du tractus gastro-intestinal et ne contribuent que de manière transitoire à la réplétion gastro-intestinale ; Par contre, les fibres alimentaires, outre la dilution des calories, offrent plusieurs effets physiologiques et nutritionnels pouvant être pris en considération.

Théoriquement, les fibres alimentaires contribuent à engendrer une perte de poids en diluant les calories, en augmentant la satiété et en limitant la consommation de nourriture grâce à la présence d'un volume plus important au niveau du tractus gastro-intestinal (LEVINE, BILLINGTON 1994). Les fibres peuvent également contribuer à une perte de poids en réduisant la biodisponibilité des calories en diminuant l'absorption et la digestion des graisses, des protéines et des glucides solubles (LEVINE, BILLINGTON 1994). Nombre d'effets des fibres alimentaires dépendent du type, de la forme et de la quantité des fibres utilisées.

Les aliments hypocaloriques présentent donc un ajustement en matières grasses et en fibres (annexes 1 et 2) ; ils présentent également un ajustement du taux de protéines, d'acides gras essentiels, de minéraux et vitamines.

Dans le cadre d'un amaigrissement, le RPC (rapport protido-calorique) des aliments hypocaloriques doit être fortement accru par rapport à la valeur recommandée pour l'entretien. Ceci répond d'abord à un impératif physiologique (et mathématique) mais présente également de nombreux avantages.

L'apport énergétique étant fortement réduit, si la concentration en protéines n'est pas augmentée au prorata de la restriction énergétique, l'apport de protéines sera aussi diminué. Pourtant, les besoins minimaux de l'animal en protéines sont déterminés par sa masse maigre essentiellement. Ces besoins sont donc fonction du poids idéal de l'animal.

Les aliments à teneur élevée en protéines présentent aussi les avantages suivants :

- une appétence correcte qui compense la diminution en lipides et l'augmentation en fibres ;
- un pouvoir satiétogène supérieur à celui d'aliments riches en lipides ou glucides ;
- une meilleure conservation de la masse maigre et une perte plus importante de la masse grasse (DIEZ, NGUYEN, JEUSETTE *et al.* 2002) ;
- un rendement plus faible en énergie que les glucides ou les lipides.

La teneur en lipides des aliments hypocaloriques est réduite en raison de leur densité énergétique ; cependant, un minimum reste nécessaire pour couvrir les besoins en acides gras essentiels et autoriser l'absorption des vitamines liposolubles.

Les concentrations en minéraux, vitamines et oligoéléments des aliments hypo énergétiques sont, comme pour les protéines, supérieures à celles des aliments physiologiques : la restriction de l'apport énergétique ne doit pas entraîner de carences.

#### **Conclusion :**

**Il existe une multitude de publications scientifiques sur le besoin énergétique des chiens et des chats adultes, ce dernier variant selon de nombreux critères. De même, il existe une grande variété de méthodes d'amaigrissement avec, pour la communauté scientifique, la nécessité d'apporter moins de calories que le BE de l'animal idéal.**

**Cependant, la réglementation en vigueur laisse une grande liberté de composition aux industriels et une liberté d'utilisation des aliments hypocaloriques. Apparaît alors la nécessité de comparer les recommandations des industriels pour traiter l'obésité à ce BE (poids optimal) et la quantité d'aliment qu'il représente pour satisfaire la satiété de l'animal.**

**DEUXIEME PARTIE : PARTIE  
EXPERIMENTALE**

## INTRODUCTION

L'une des étapes fondamentales du traitement de l'obésité est d'obtenir l'adhésion du propriétaire; il doit donc passer par une prise de conscience de l'état d'obésité de son compagnon. Il convient ensuite de choisir un régime alimentaire : ménager ou industriel, et dans ce dernier cas, sec ou humide. Là encore, le choix doit être laissé au propriétaire : il est possible de lui conseiller un régime industriel pour plus de sécurité quantitative et de simplicité de préparation

Il est contre-indiqué d'effectuer la restriction par une simple réduction de la quantité de l'aliment habituellement consommé au risque de provoquer des carences en nutriments essentiels. Par ailleurs, cette restriction peut amener un volume de ration très restreint. L'animal privé de nourriture peut développer un comportement désagréable : nervosité, aboiements, vols d'aliments et parfois même agressivité (BRANAM 1988, CROWELL-DAVIS *et al.* 1995). Ces comportements décourageront le propriétaire et le régime échouera.

Le choix d'un aliment spécialement adapté est donc impératif. Actuellement, une gamme très complète d'aliments hypocaloriques est à la disposition du vétérinaire praticien. Différents moyens ont été mis en œuvre par les industriels du pet food pour diminuer la concentration ou la densité énergétique des aliments pour chien et pour chat. Le moyen le plus couramment utilisé par les industriels est de réduire la teneur en matières grasses et d'augmenter la concentration en fibres alimentaires tout en adaptant les quantités des nutriments essentiels

Tous les aliments hypocaloriques sont accompagnés d'une fiche technique rédigée par le fabricant: cette fiche est disponible pour le vétérinaire et indique la densité énergétique et la quantité d'aliment à distribuer pour atteindre un poids objectif donné. Certaines fiches différencient l'amaigrissement lent de l'amaigrissement rapide. Le vétérinaire praticien peut donc directement appliquer les recommandations de ces fiches techniques. Cependant, une grande partie des plans d'amaigrissement proposés par les vétérinaires praticiens échoue.

L'objectif de cette étude est de savoir si les indications sur la quantité d'aliment à distribuer et l'apport énergétique recommandé par les industriels peuvent expliquer en partie les échecs rencontrés par les vétérinaires praticiens. Le moyen utilisé dans cette étude est de confronter les données des fiches techniques de ces aliments aux recommandations les plus couramment citées dans la littérature et admises par la communauté scientifique en matière de besoin énergétique d'entretien et de besoin énergétique en phase d'amaigrissement.

## **I) Matériels et méthodes :**

### **A) Matériels :**

#### 1) Animaux :

Nous avons choisis de façon arbitraire de porter notre étude sur des chiens adultes obèses dont les poids objectifs à atteindre seraient respectivement de 5, 10, 20 et 30kg. Ces valeurs servent à baser des calculs théoriques sur des exemples concrets et chiffrés. Ces chiens sont entiers et sédentaires (le plus représentatif du chien moyen français, suivi par un vétérinaire). Nous n'appliquons donc aucun coefficient racial ni physiologique, ni clinique pour ajuster le BEE. La seule particularité de ces chiens est d'être sédentaire : leur niveau d'activité est faible et correspond à un coefficient comportemental de 0,8.

Nous avons choisi de porter notre étude sur des chats adultes obèses dont le poids idéal serait le poids standard d'un chat européen, c'est-à-dire 3, 4 ou 5 kg. Ce sont des chats castrés ou sédentaires (les plus représentatifs des chats moyens français, suivi par un vétérinaire).

#### 2) Aliments

Nous considérons l'ensemble des aliments à objectif nutritionnel particulier : la réduction de l'excès pondéral. Il s'agit des aliments hypocaloriques de gamme vétérinaire. Nous excluons de l'étude tous les aliments d'entretien et tous les aliments commercialisés dans la grande distribution et dans les animalerie, jardinerie et autres surfaces de ce type, les aliments qualifiés « light » compris.

Ces fiches sont régulièrement mises à jour par les fabricants. Nous avons utilisé les dernières en date lors de la réalisation de notre étude : elles rassemblent les valeurs considérées en 2005 ou 2006.

### **B) Méthodes :**

#### 1) Expression de la densité énergétique de l'aliment

Pour l'ensemble des calculs effectués dans cette étude et leur analyse nous utilisons strictement la densité énergétique affichée par les fabricants d'aliments industriels. Cette valeur figure à la fois sur les fiches techniques destinées aux vétérinaires et sur le packaging mis à disposition du propriétaire de l'animal. Nous n'utilisons pas l'expression de la densité énergétique calculée à partir des coefficients Atwater, ni celle calculée sur la base des données du fabricant.

## 2) Calcul de la quantité d'aliment à distribuer

Pour connaître la quantité d'aliment sec ou humide à distribuer à un animal obèse en fonction de son poids idéal, nous utilisons les chiffres donnés à titre indicatif sur les fiches techniques des fabricants ; ces chiffres figurent également sur le packaging à disposition du propriétaire.

Lorsque le fabricant distingue un amaigrissement lent d'un amaigrissement rapide, nous respectons également cette dichotomie et faisons figurer les deux valeurs indicatives. Lorsque le fabricant ne donne qu'une valeur pour un intervalle de poids, nous établissons une relation linéaire pour trouver la valeur correspondant au poids moyen de cet intervalle.

## 3) Calcul du BEE des chiens et des chats pris pour modèle

Pour calculer le besoin énergétique d'entretien des animaux, nous avons utilisé une seule équation pour chaque espèce, la plus couramment utilisée dans la communauté scientifique :

- l'équation du NRC 1974 pour les chiens :  **$BEE = 132 * P \text{ (kg)}^{0,75} \text{ kcalEM/jour}$** , affecté d'un coefficient 0,8 car nos chiens sont sédentaires ;
- l'équation de PARAGON pour un chat castré ou sédentaire :  
 **$BEE = 50 * P \text{ (kg)} \text{ kcalEM/jour}$** .

## 4) Calcul de l'apport énergétique en phase d'amaigrissement

Nous avons distingué l'amaigrissement lent de l'amaigrissement rapide. Nous utilisons toujours les équations citées précédemment, affectées d'un coefficient d'ajustement clinique dû au traitement de l'obésité.

Le coefficient clinique K4 choisi est celui utilisé au service de nutrition de l'ENVA par les Pr BLANCHARD et PARAGON. Pour un amaigrissement lent, chez le chien comme chez le chat, K4 est fixé à 0,8. Pour un amaigrissement rapide, K4 est fixé à 0,6.

## 5) Comparaison des recommandations des fabricants aux données de la littérature

Étapes par étapes, nous allons comparer les recommandations énergétiques écrites sur les fiches techniques des aliments par les fabricants aux données calculées sur la base des équations choisies dans la littérature :

- nous comparons les recommandations énergétiques des fabricants au BEE calculé à partir des équations choisies dans la littérature. Nous distinguons l'amaigrissement lent du rapide pour les recommandations énergétiques des fabricants ;
- nous comparons les recommandations énergétiques des fabricants aux restrictions énergétiques calculées à partir des équations choisies dans la littérature. Nous distinguons l'amaigrissement lent du rapide.
- Nous comparons enfin entre elles les quantités d'aliment recommandées par les fabricants, en amaigrissement lent et rapide.

## **II) Résultats**

### **A) Expression de la densité énergétique de l'aliment :**

Les valeurs de densité énergétique de tous les aliments considérés chez le chien figurent dans le tableau 15 (et en Annexe 1). Elles figurent également dans les tableaux 16, 17 et 18 pour faciliter la lecture de ces tableaux. Elles sont exprimées en kilocalories d'énergie métabolisable par gramme d'aliment et en kilocalories d'énergie métabolisable par gramme de matière sèche. La densité énergétique affichée par les fabricants des aliments hypocaloriques varie dans l'intervalle : [2,52 – 3,65] kcalEM/g pour les aliments secs et dans l'intervalle [0,53 – 0,72] kcalEM/g pour les formes humides.

Les valeurs de densité énergétique de tous les aliments considérés chez le chat figurent dans le tableau 19 (et en Annexe 2). Elles figurent également dans les tableaux 20 et 21 pour faciliter la lecture de ces tableaux. Elles sont exprimées dans les mêmes unités que chez le chien. La densité énergétique affichée par les fabricants des aliments hypocaloriques varie dans l'intervalle : [2,68 – 3,5] kcalEM/g pour les aliments secs et dans l'intervalle [0,57 – 0,96] kcalEM/g pour les formes humides.

### **B) Quantité d'aliment à distribuer**

#### 1) Chez le chien

La quantité d'aliment à distribuer à un chien obèse de poids idéal 5kg figure dans le tableau 15. La distinction entre amaigrissement lent et rapide a été faite : pour chaque aliment, il y a donc deux quantités correspondant à la quantité à distribuer en amaigrissement lent et en amaigrissement rapide. Ces quantités sont exprimées en grammes d'aliment par jour.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 5 kg varie dans l'intervalle [55 - 100] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [345 - 450] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 5 kg varie dans l'intervalle [40 - 100] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [267 - 425] g/j.

Les quantités d'aliment à distribuer à un chien obèse de poids idéal 10kg figure dans le tableau 16.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 10 kg varie dans l'intervalle [90 - 170] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [533 - 750] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 10 kg varie dans l'intervalle [65 - 155] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [375 - 680].

Les quantités d'aliment à distribuer à un chien obèse de poids idéal 20kg figure dans le tableau 17.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 20 kg varie dans l'intervalle [145 - 290] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [975 - 1200] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 20 kg varie dans l'intervalle [100 - 225] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [700 - 1133].

Les quantités d'aliment à distribuer à un chien obèse de poids idéal 30kg figure dans le tableau 18.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 30 kg varie dans l'intervalle [185 - 395] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [1320 - 1650] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chien de poids idéal 30 kg varie dans l'intervalle [135 - 280] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [1000 - 1530].

## 2) Chez le chat

La quantité d'aliment à distribuer à un chat obèse de poids idéal 3kg figure dans le tableau 19. La distinction entre amaigrissement lent et rapide a été faite : pour chaque aliment, il y a donc deux quantités correspondant à la quantité à distribuer en amaigrissement lent et en amaigrissement rapide. Ces quantités sont exprimées en grammes d'aliment par jour.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chat de poids idéal 3 kg varie dans l'intervalle [35 - 50] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [117 - 195] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chat de poids idéal 3 kg varie dans l'intervalle [15 - 43] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [117 - 190] g/j.

Les quantités d'aliment à distribuer à un chat obèse de poids idéal 4kg figure dans le tableau 20.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chat de poids idéal 4 kg varie dans l'intervalle [45 - 60] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [195 - 250] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chat de poids idéal 4 kg varie dans l'intervalle [15 - 60] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [156 - 250] g/j.

Les quantités d'aliment à distribuer à un chat obèse de poids idéal 5kg figure dans le tableau 21.

En amaigrissement lent, la quantité de croquettes à distribuer à un chat de poids idéal 5 kg varie dans l'intervalle [55 - 79] g/jour ; la quantité d'aliment humide varie dans l'intervalle [225 - 320] g/jour.

En amaigrissement rapide, la quantité de croquettes à distribuer à un chat de poids idéal 5 kg varie dans l'intervalle [20 - 79] g/j ; celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [208 - 320].

**Tableau 15 :** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation du NRC 1974, pour un chien de poids objectif 5 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril	Fibril	PVD OM CF	PVD OM CF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide	sec	humide	sec	CRD	CRW	sec	humide	sec	humide	sec
	DE (kcalEM/g) affichée	2,65	0,72	2,89	0,53	3,65	2,95	0,70	3,23	0,65	3,28	0,53	2,52
	DE (kcalEM/ g MS)	2,91	2,95	3,14	3,28	3,97	3,27	3,13	3,53	2,83	3,60	3,73	2,74
	BEE sédentaire kcalEM/j	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353
AMAIGR. LENT	apport rec. Litt. kcalEM/j	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
	apport rec. Fab. kcalEM/j	265	288	289	227	201	295	315	ND	ND	229	183	227
	apport rec. Fab. g/j	100	400	100	425	55	100	450	ND	ND	70	345	90
	différence app. Fab/app.litt %	-6	2	2	-20	-29	4	12	ND	ND	-19	-35	-20
	différence app. Fab/BEE %	-25	-18	-18	-36	-43	-16	-11	ND	ND	-35	-48	-36
AMAIGR. RAP.	apport rec. Litt. kcalEM/j	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212
	apport rec. Fab. kcalEM/j	199	192	289	227	146	207	210	291	270	188	183	202
	apport rec. Fab. g/j	75	267	100	425	40	70	300	90	415	57,5	345	80
	différence app. Fab/app.litt %	-6	-9	36	7	-31	-3	-1	37	27	-11	-14	-5
	différence app. Fab/BEE %	-44	-46	-18	-36	-59	-42	-41	-18	-24	-47	-48	-43

**Tableau 16:** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation du NRC 1974, pour un chien de poids objectif 10 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo- Specific	Leo- Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril	Fibril	PVD OM CF	PVD OM CF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide	sec	humide	sec	CRD	CRW	sec	humide	sec	humide	sec
	DE (kcalEM/g) affichée	2,65	0,72	2,89	0,53	3,65	2,95	0,70	3,23	0,65	3,28	0,53	2,52
	DE (kcalEM/ g MS)	2,91	2,95	3,14	3,28	3,97	3,27	3,13	3,53	2,83	3,60	3,73	2,74
	BEE sédentaire kcalEM/j	594	594	594	594	594	594	594	594	594	594	594	594
AMAIGR. LENT	apport rec. Litt. kcalEM/j	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475
	apport rec. Fab. kcalEM/j	451	384	448	362	328	502	525	ND	ND	393	307	378
	apport rec. Fab. g/j	170	533	155	680	90	170	750	ND	ND	120	580	150
	différence app. Fab/app.litt %	-5	-19	-6	-24	-31	6	11	ND	ND	-17	-35	-20
	différence app. Fab/BEE %	-24	-35	-25	-39	-45	-16	-12	ND	ND	-34	-48	-36
AMAIGR. RAP.	apport rec. Litt. kcalEM/j	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356
	apport rec. Fab. kcalEM/j	331	288	448	362	237	354	263	452	405	311	307	328
	apport rec. Fab. g/j	125	400	155	680	65	120	375	140	623	95	580	130
	différence app. Fab/app.litt %	-7	-19	26	2	-33	-1	-26	27	14	-13	-14	-8
	différence app. Fab/BEE %	-44	-52	-25	-39	-60	-40	-56	-24	-32	-48	-48	-45

**Tableau 17 :** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation du NRC 1974, pour un chien de poids objectif 20 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril	Fibril	PVD OM CF	PVD OM CF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide	sec	humide	sec	CRD	CRW	sec	humide	sec	humide	sec
	DE (kcalEM/g) affichée	2,65	0,72	2,89	0,53	3,65	2,95	0,70	3,23	0,65	3,28	0,53	2,52
	DE (kcalEM/ g MS)	2,91	2,95	3,14	3,28	3,97	3,27	3,13	3,53	2,83	3,60	3,73	2,74
	BEE sédentaire kcalEM/j	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
AMAIGR. LENT	apport rec. Litt. kcalEM/j	799	799	799	799	799	799	799	799	799	799	799	799
	apport rec. Fab. kcalEM/j	769	720	650	604	529	856	840	ND	ND	639	517	580
	apport rec. Fab. g/j	290	1000	225	1133	145	290	1200	ND	ND	195	975	230
	différence app. Fab/app.litt %	-4	-10	-19	-24	-34	7	5	ND	ND	-20	-35	-27
	différence app. Fab/BEE %	-23	-28	-35	-40	-47	-14	-16	ND	ND	-36	-48	-42
AMAIGR. RAP.	apport rec. Litt. kcalEM/j	599	599	599	599	599	599	599	599	599	599	599	599
	apport rec. Fab. kcalEM/j	557	504	650	604	365	605	630	662	540	524	517	504
	apport rec. Fab. g/j	210	700	225	1133	100	205	900	205	830	160	975	200
	différence app. Fab/app.litt %	-7	-16	9	1	-39	1	5	11	-10	-13	-14	-16
	différence app. Fab/BEE %	-44	-50	-35	-40	-63	-39	-37	-34	-46	-48	-48	-50

**Tableau 18:** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation du NRC 1974, pour un chien de poids objectif 30 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril	Fibril	PVD OM CF	PVD OM CF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide	sec	humide	sec	CRD	CRW	sec	humide	sec	humide	sec
	DE (kcalEM/g) affichée	2,65	0,72	2,89	0,53	3,65	2,95	0,70	3,23	0,65	3,28	0,53	2,52
	DE (kcalEM/ g MS)	2,91	2,95	3,14	3,28	3,97	3,27	3,13	3,53	2,83	3,60	3,73	2,74
BEE sédentaire kcalEM/j	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354
<b>AMAIGR. LENT</b>													
apport rec. Litt. kcalEM/j	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083
apport rec. Fab. kcalEM/j	1034	1008	809	815	675	1165	1155	ND	ND	868	700	756	
apport rec. Fab. g/j	390	1400	280	1530	185	395	1650	ND	ND	265	1320	300	
différence app. Fab/app.litt %	-5	-7	-25	-25	-38	8	7	ND	ND	-20	-35	-30	
différence app. Fab/BEE %	-24	-26	-40	-40	-50	-14	-15	ND	ND	-36	-48	-44	
<b>AMAIGR. RAP.</b>													
apport rec. Litt. kcalEM/j	812	812	812	812	812	812	812	812	812	812	812	812	812
apport rec. Fab. kcalEM/j	755	720	809	815	492	811	840	824	674	704	700	680	
apport rec. Fab. g/j	285	1000	280	1530	135	275	1200	255	1038	215	1320	270	
différence app. Fab/app.litt %	-7	-11	0	0	-39	0	3	1	-17	-13	-14	-16	
différence app. Fab/BEE %	-44	-47	-40	-40	-64	-40	-38	-39	-50	-48	-48	-50	

**Tableau 19 :** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation de PARAGON, pour un chat de poids objectif 3 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac VC
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril FRD	Fibril FRW	PVD OM FF	PVD OM FF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide (foie)	sec	humide	sec	sec	humide	sec	humide	sec	humide	sec
	Code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Adv Ob	Euk Ob	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob
	DE (kcalEM/g) affichée	2,96	0,77	3,16	0,96	3,48	2,68	0,66	3,09	0,93	3,5	0,57	2,86
	DE (kcalEM/ g MS)	3,18	3,20	3,43	3,69	3,78	2,93	3,08	3,38	3,78	3,76	3,35	3,11
	BEE sédent/castré kcalEM/j	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
AMAIGR. LENT	apport rec. Litt. kcalEM/j	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	apport rec. Fab. kcalEM/j	148	150	134	112	139	107	99	139	145	123	108	100
	apport rec. Fab. g/j	50	195	42,5	117	40	40	150	45	156	35	190	35
	différence app. Fab/app.litt %	23	25	12	-6	16	-11	-18	16	21	2	-10	-17
	différence app. Fab/BEE %	-1	0	-10	-25	-7	-29	-34	-7	-3	-18	-28	-33
AMAIGR. RAP.	apport rec. Litt. kcalEM/j	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	apport rec. Fab. kcalEM/j	104	90	134	112	52	107	99	ND	ND	123	108	100
	apport rec. Fab. g/j	35	117	43	117	15	40	150	ND	ND	35	190	35
	différence app. Fab/app.litt %	15	0	49	25	-42	19	10	ND	ND	36	20	11
	différence app. Fab/BEE %	-31	-40	-10	-25	-65	-29	-34	ND	ND	-18	-28	-33

**Tableau 20 :** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation de PARAGON, pour un chat de poids objectif 4 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac VC
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril FRD	Fibril FRW	PVD OM FF	PVD OM FF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide (foie)	sec	humide	sec	sec	humide	sec	humide	sec	humide	sec
	Code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Adv Ob	Euk Ob	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob
	DE (kcalEM/g) affichée	2,96	0,77	3,16	0,96	3,48	2,68	0,66	3,09	0,93	3,5	0,57	2,86
	DE (kcalEM/ g MS)	3,18	3,20	3,43	3,69	3,78	2,93	3,08	3,38	3,78	3,76	3,35	3,11
	BEE sédent/castré kcalEM/j	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
AMAIGR. LENT	apport rec. Litt. kcalEM/j	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
	apport rec. Fab. kcalEM/j	178	180	190	187	174	134	132	185	227	158	143	129
	apport rec. Fab. g/j	60	234	60	195	50	50	200	60	244	45	250	45
	différence app. Fab/app.litt %	11	13	19	17	9	-16	-18	16	42	-2	-11	-20
	différence app. Fab/BEE %	-11	-10	-5	-6	-13	-33	-34	-7	13	-21	-29	-36
AMAIGR. RAP.	apport rec. Litt. kcalEM/j	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	apport rec. Fab. kcalEM/j	133	120	190	187	52	134	132	ND	ND	158	143	129
	apport rec. Fab. g/j	45	156	60	195	15	50	200	ND	ND	45	250	45
	différence app. Fab/app.litt %	11	0	58	56	-57	12	10	ND	ND	31	19	7
	différence app. Fab/BEE %	-33	-40	-5	-6	-74	-33	-34	ND	ND	-21	-29	-36

**Tableau 21 :** Densité énergétique des aliments, apports énergétiques et quantité d'aliment recommandés par les fabricants, différence relative entre les recommandations des fabricants et le BEE, et différence relative entre les recommandations des fabricants et les apports énergétiques calculés par l'équation de PARAGON, pour un chat de poids objectif 5 kg.

ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac VC
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr.cal. F	Fibril FRD	Fibril FRW	PVD OM FF	PVD OM FF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide (foie)	sec	humide	sec	sec	humide	sec	humide	sec	humide	sec
	Code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Adv Ob	Euk Ob	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob
	DE (kcalEM/g) affichée	2,96	0,77	3,16	0,96	3,48	2,68	0,66	3,09	0,93	3,5	0,57	2,86
	DE (kcalEM/ g MS)	3,18	3,20	3,43	3,69	3,78	2,93	3,08	3,38	3,78	3,76	3,35	3,11
	BEE sédent/castré kcalEM/j	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
AMAIGR. LENT	apport rec. Litt. kcalEM/j	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	apport rec. Fab. kcalEM/j	222	210	250	299	226	161	149	232	272	193	182	172
	apport rec. Fab. g/j	75	273	79	312	65	60	225	75	293	55	320	60
	différence app. Fab/app.litt %	11	5	25	50	13	-20	-26	16	36	-4	-9	-14
	différence app. Fab/BEE %	-11	-16	0	20	-10	-36	-41	-7	9	-23	-27	-31
AMAIGR. RAP.	apport rec. Litt. kcalEM/j	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	apport rec. Fab. kcalEM/j	163	160	250	299	70	161	149	ND	ND	158	182	172
	apport rec. Fab. g/j	55	208	79	312	20	60	225	ND	ND	45	320	60
	différence app. Fab/app.litt %	9	7	66	99	-54	7	-1	ND	ND	5	22	14
	différence app. Fab/BEE %	-35	-36	0	20	-72	-36	-41	ND	ND	-37	-27	-31

### **C) Calcul du BEE des chiens et des chats pris pour modèle**

Les résultats du calcul du BEE à partir de l'équation du NRC 1974 d'un chien sédentaire de poids objectif 5, 10, 20 et 30 kg figurent dans le tableau 22. Ils sont exprimés en kilocalories d'énergie métabolisable à apporter par jour.

**Tableau 22** : Résultats des calculs du BEE et des apports énergétiques en amaigrissement lent et rapide à partir des équations choisies dans la littérature pour le chien et le chat.

<b>CHIEN</b>	<b>Poids Idéal kg</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>BEE sédentaire</b>	$132 \cdot P^{0,75} \cdot 0,8$ kcalEM/j	353	594	999	1354
<b>Apport amaigr. Lent</b>	$132 \cdot P^{0,75} \cdot 0,8^{0,8}$ kcalEM/j	282	475	799	1083
<b>Apport amaigr. Rapide</b>	$132 \cdot P^{0,75} \cdot 0,8^{0,6}$ kcalEM/j	212	356	599	812
<b>CHAT</b>					
	<b>Poids Idéal kg</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>BEE sédentaire ou castré</b>	$50 \cdot P$ kcalEM/j	150	200	250	
<b>Apport amaigr. Lent</b>	$50 \cdot P^{0,8}$ kcalEM/j	120	160	200	
<b>Apport amaigr. Rapide</b>	$50 \cdot P^{0,6}$ kcalEM/j	90	120	150	

Les résultats du calcul du BEE à partir de l'équation de PARAGON d'un chat sédentaire ou castré de poids objectif 3, 4 et 5 kg figurent dans le tableau 22. Ils sont exprimés en kilocalories d'énergie métabolisable à apporter par jour.

### **D) Calcul de l'apport énergétique en phase d'amaigrissement**

#### 1) Chez le chien

Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chien obèse de poids objectif 5kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 15. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [183 – 315] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [146 – 291] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chien obèse de poids objectif 10kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 16. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [307 - 525] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [237 - 452] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chien obèse de poids objectif 20kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 17. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [517 - 856] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [365 - 662] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chien obèse de poids objectif 30kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 18. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [675 - 1165] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [492 - 840] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

## 2) Chez le chat

Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chat obèse de poids objectif 3kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 19. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [99 - 150] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [52 - 134] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chat obèse de poids objectif 4kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 20. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [129 - 227] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [52 - 190] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

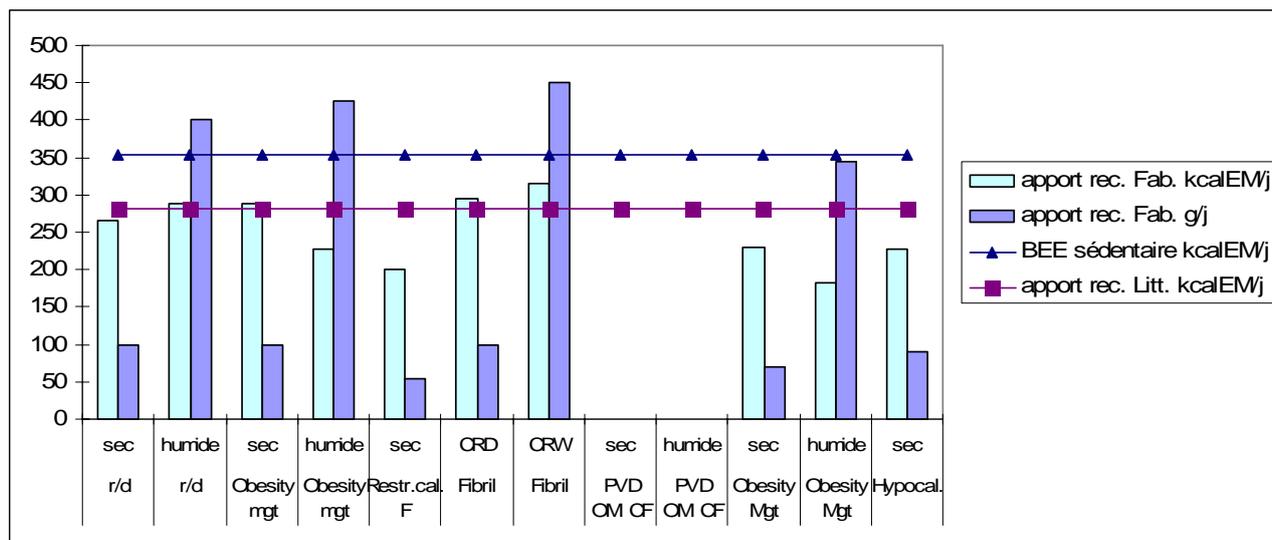
Les résultats de l'apport énergétique recommandé par les fabricants d'aliments pour un chat obèse de poids objectif 5kg en amaigrissement lent et rapide figurent dans le tableau 21. L'apport énergétique varie dans l'intervalle [149 - 299] kcalEM/j en amaigrissement lent et dans l'intervalle [70 - 299] kcalEM/j en amaigrissement rapide.

## **E) Comparaison des recommandations des fabricants aux données de la littérature**

### 1. Chez le chien

Les résultats sont rassemblés dans les figures 3 à 10.

**Figure 3 :** Comparaison des apports énergétiques des fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 5kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 5kg.

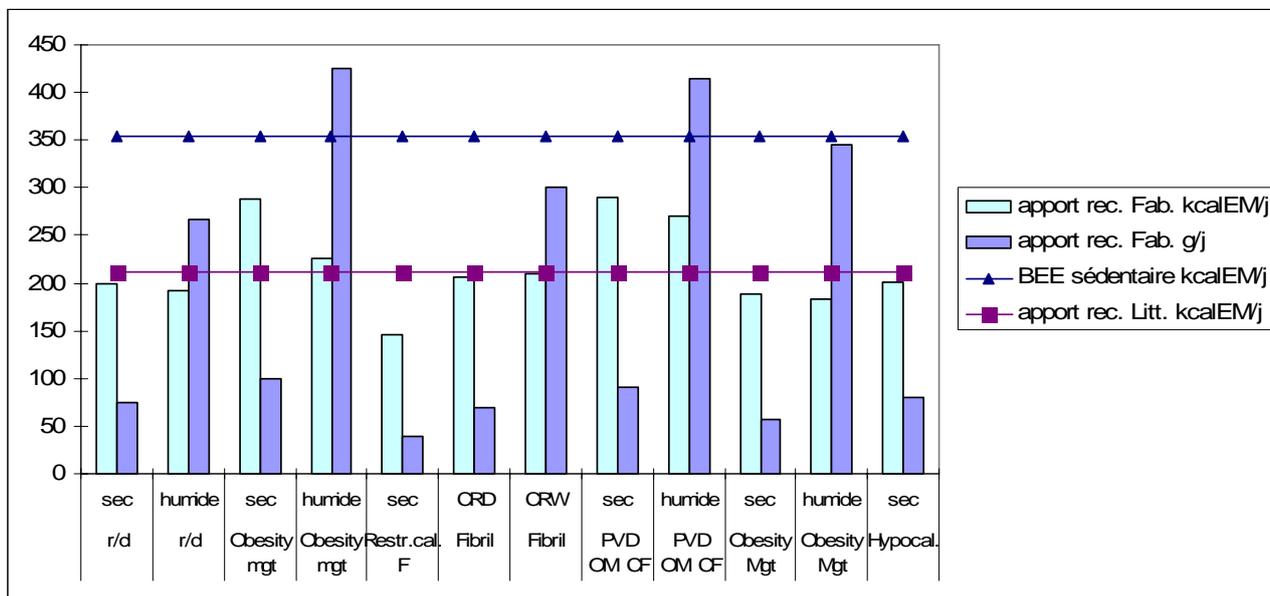
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-29\% \pm 13\%$ .

Trois fabricants sur 7 (pour 4 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-11\% \pm 16\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [55 – 100] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [345 – 450] grammes par jour.

**Figure 4 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 5kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 5kg.

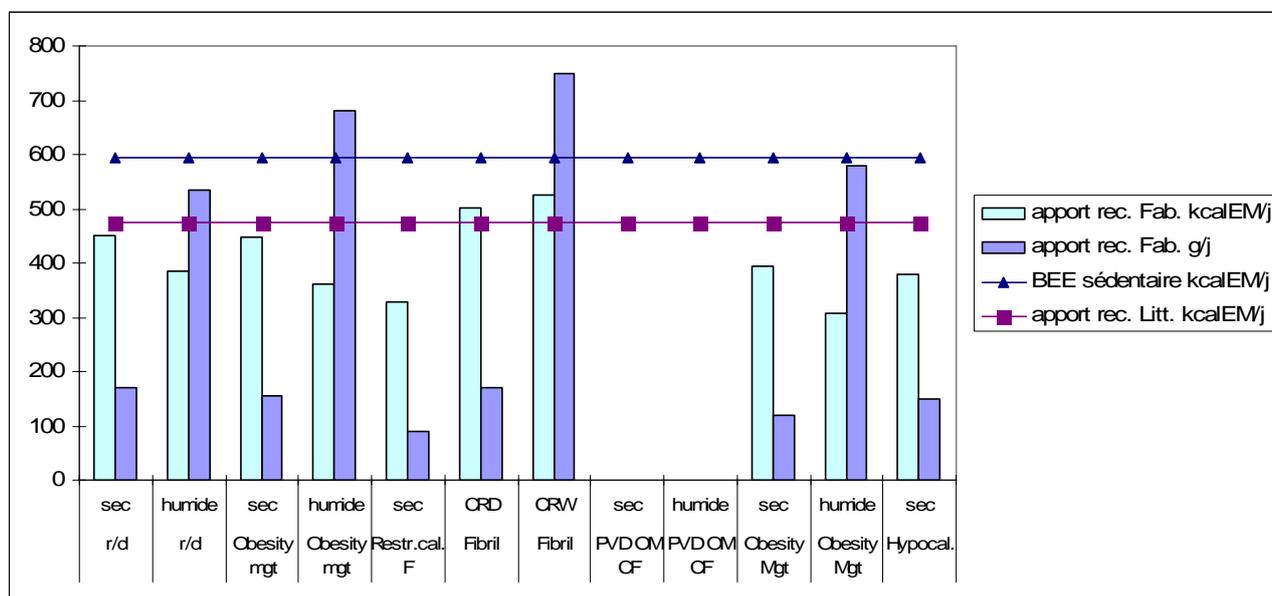
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-42\% \pm 10\%$ .

Deux fabricants sur 7 (pour 4 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-4\% \pm 17\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [40 – 100] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [267 - 425] grammes par jour.

**Figure 5 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 10kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 10kg.

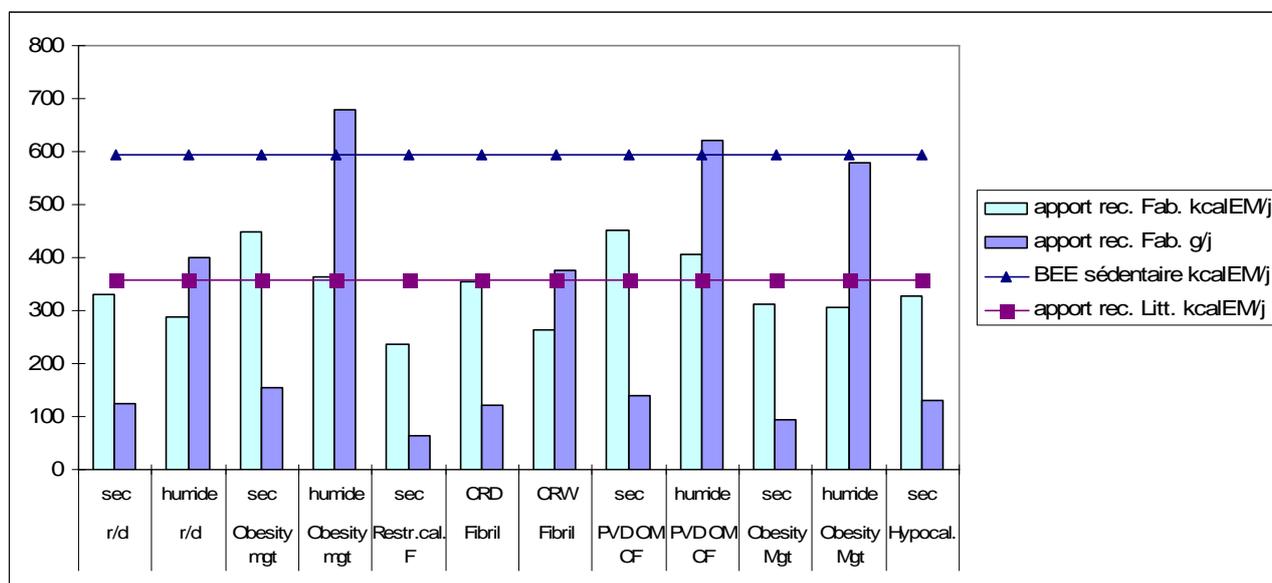
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-31\% \pm 12\%$ .

Un fabricant sur 7 (pour 2 types d'aliment) recommande d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-14\% \pm 15\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [90 - 170] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [533 - 750] grammes par jour.

**Figure 6 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 10kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 10kg.

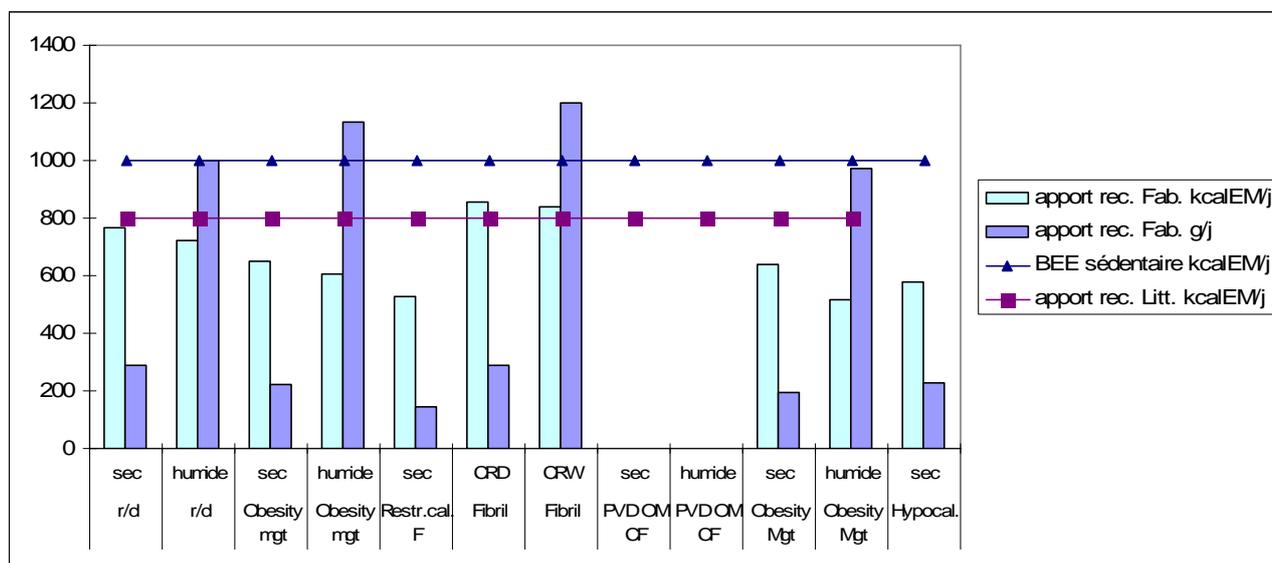
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-46\% \pm 10\%$ .

Deux fabricants sur 7 (pour 4 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-9\% \pm 16\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [65 - 155] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [375 - 680] grammes par jour.

**Figure 7 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 20kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 20kg.

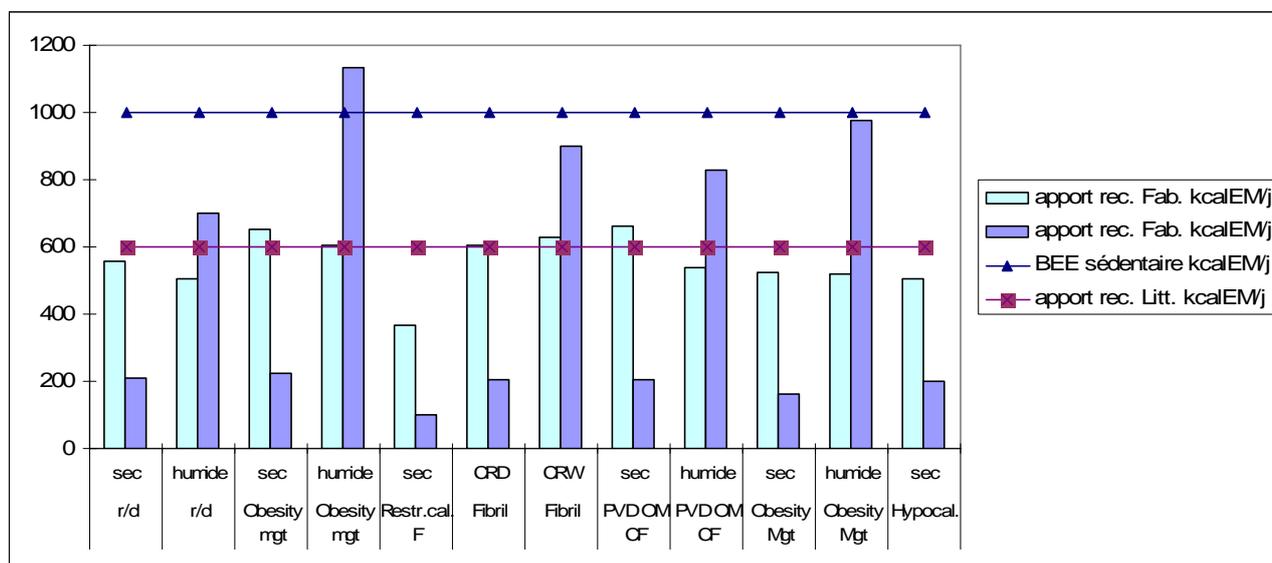
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-33\% \pm 12\%$ .

Un fabricant sur 7 (pour 2 types d'aliment) recommande d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-16\% \pm 15\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [145 - 290] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [975 - 1200] grammes par jour.

**Figure 8:** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 20kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 20kg.

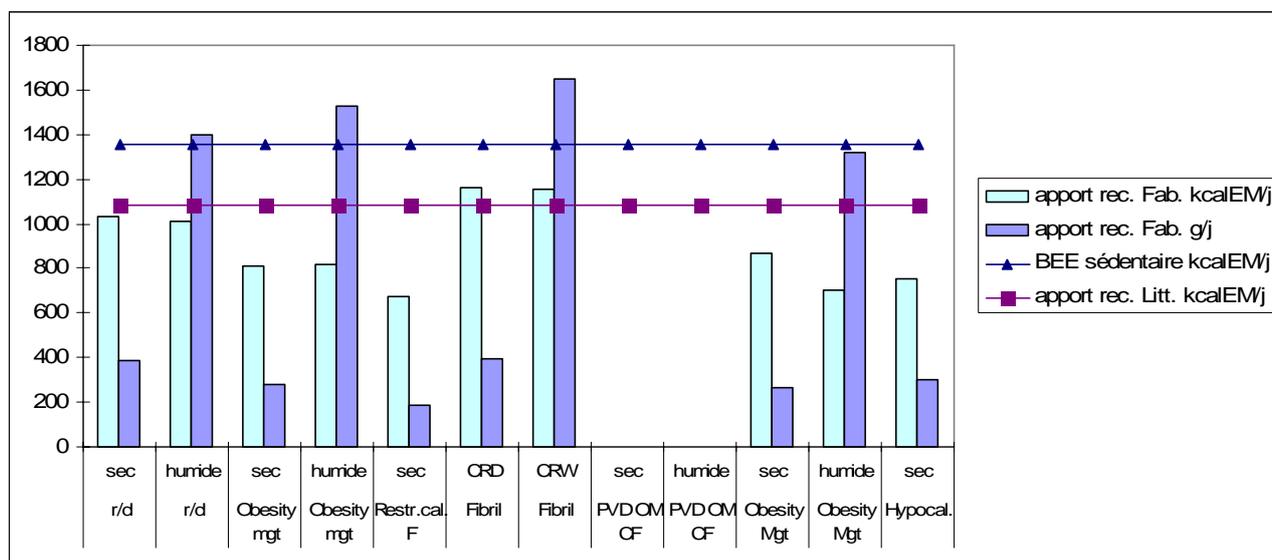
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-45\% \pm 8\%$ .

Trois fabricants sur 7 (pour 5 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-9\% \pm 14\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [100 - 225] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [700 - 1133] grammes par jour.

**Figure 9 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 30kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 30kg.

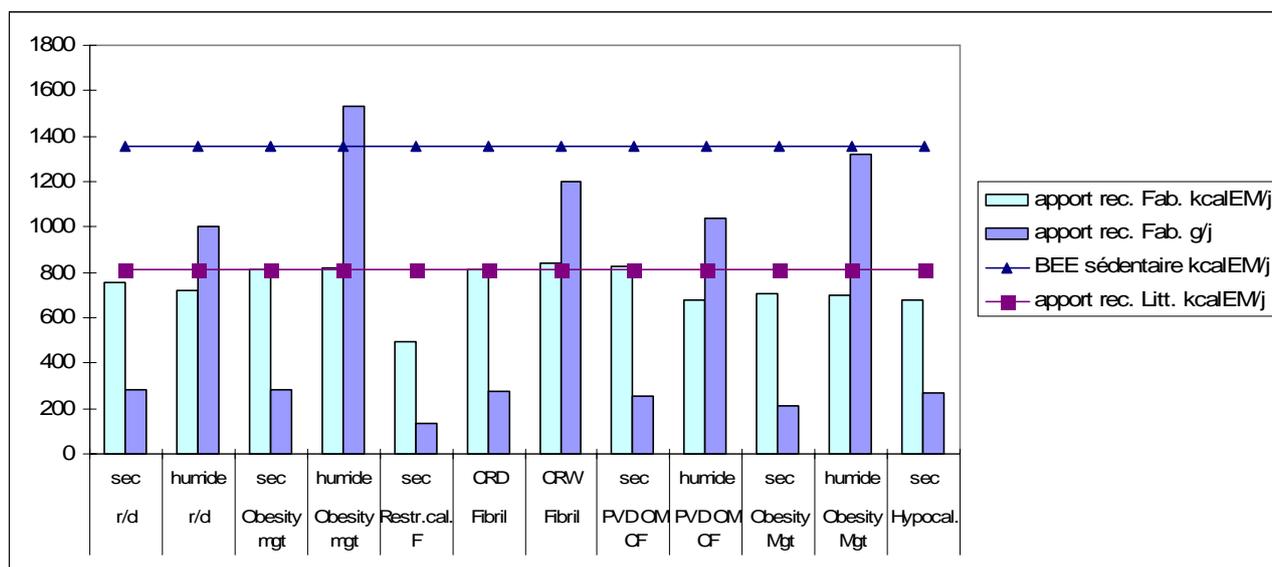
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-34\% \pm 13\%$ .

Un fabricant sur 7 (pour 2 types d'aliment) recommande d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-17\% \pm 17\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [185 - 395] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [1320 - 1650] grammes par jour.

**Figure 10 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation du NRC 1974 pour un chien de poids objectif 30kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chien sédentaire de 30kg.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-46\% \pm 8\%$ .

Trois fabricants sur 7 (pour 3 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

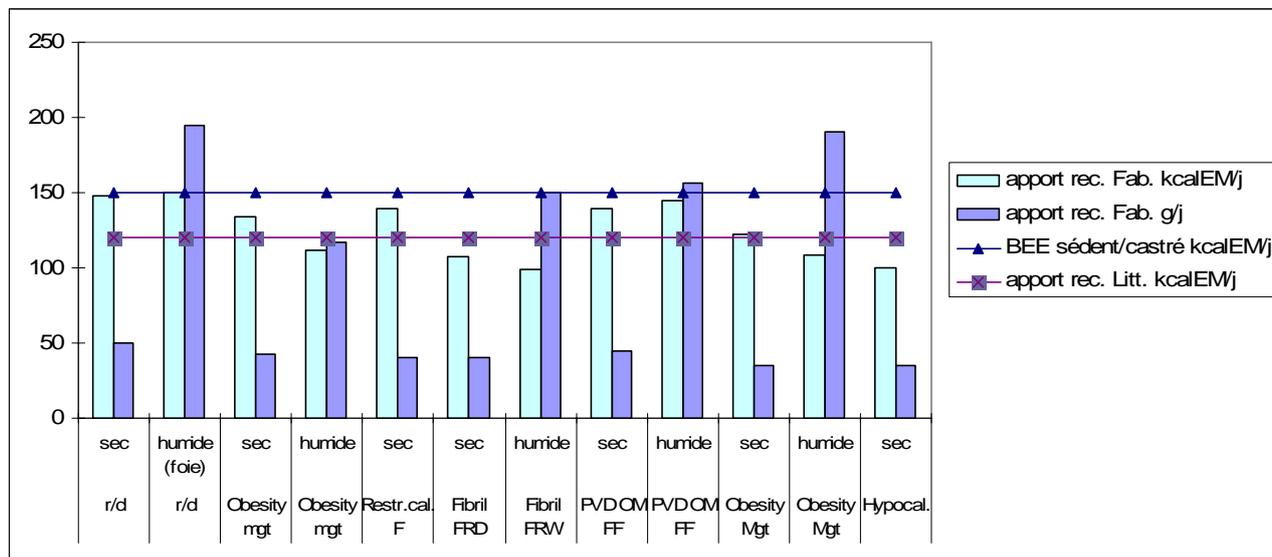
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $-10\% \pm 13\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chien dans l'intervalle [135 - 285] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [1000 - 1530] grammes par jour.

## 2. Chez le chat

Les résultats sont rassemblés dans les figures 11 à 16.

**Figure 11 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation de PARAGON pour un chat de poids objectif 3kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, 6 fabricants sur 7 apportent moins d'énergie que le BEE d'un chat sédentaire ou castré de 3kg. 1 fabricant apporte exactement le BEE d'un chat sédentaire ou castré pour sa forme humide.

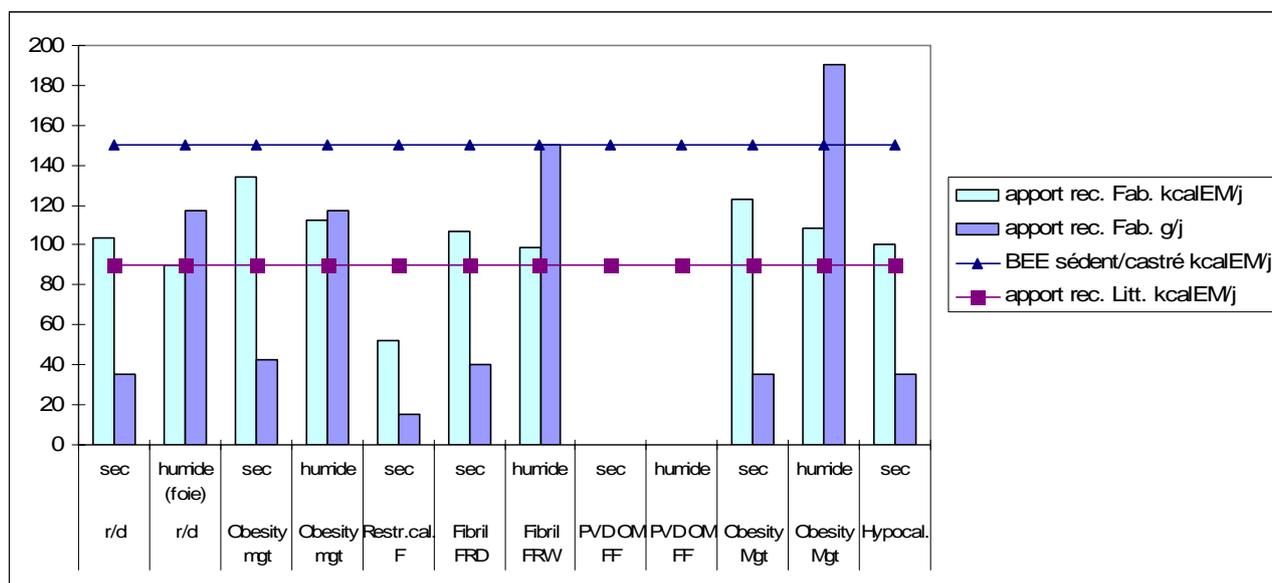
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de - 19% +/- 13%.

Cinq fabricants sur 7 (pour 7 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de + 2% +/- 16%.

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chat dans l'intervalle [35 - 50] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [117 - 195] grammes par jour.

**Figure 12 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation de PARAGON pour un chat de poids objectif 3kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chat sédentaire ou castré de 3kg.

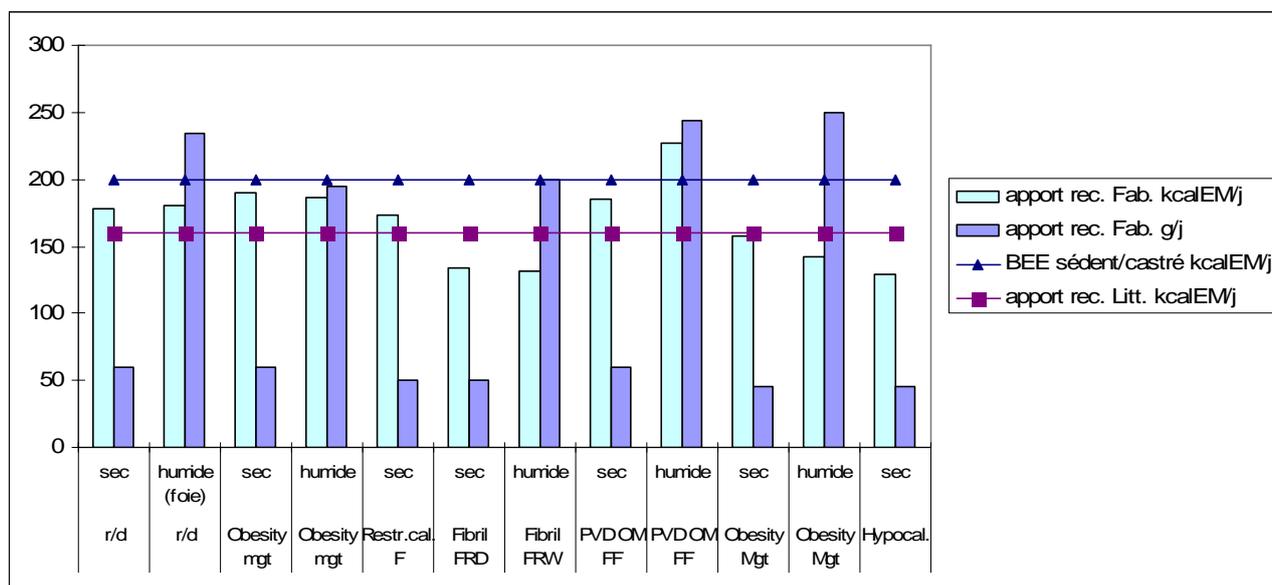
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de - 31% +/- 15%.

Cinq fabricants sur 7 (pour 7 types d'aliment) d'apporter plus d'énergie la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de + 14% +/- 24%.

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chat dans l'intervalle [15 - 43] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [117 - 190] grammes par jour.

**Figure 13:** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation de PARAGON pour un chat de poids objectif 4kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, 6 fabricants sur 7 apportent moins d'énergie que le BEE d'un chat sédentaire ou castré de 4kg. 1 fabricant apporte plus que le BEE d'un chat sédentaire ou castré pour sa forme humide.

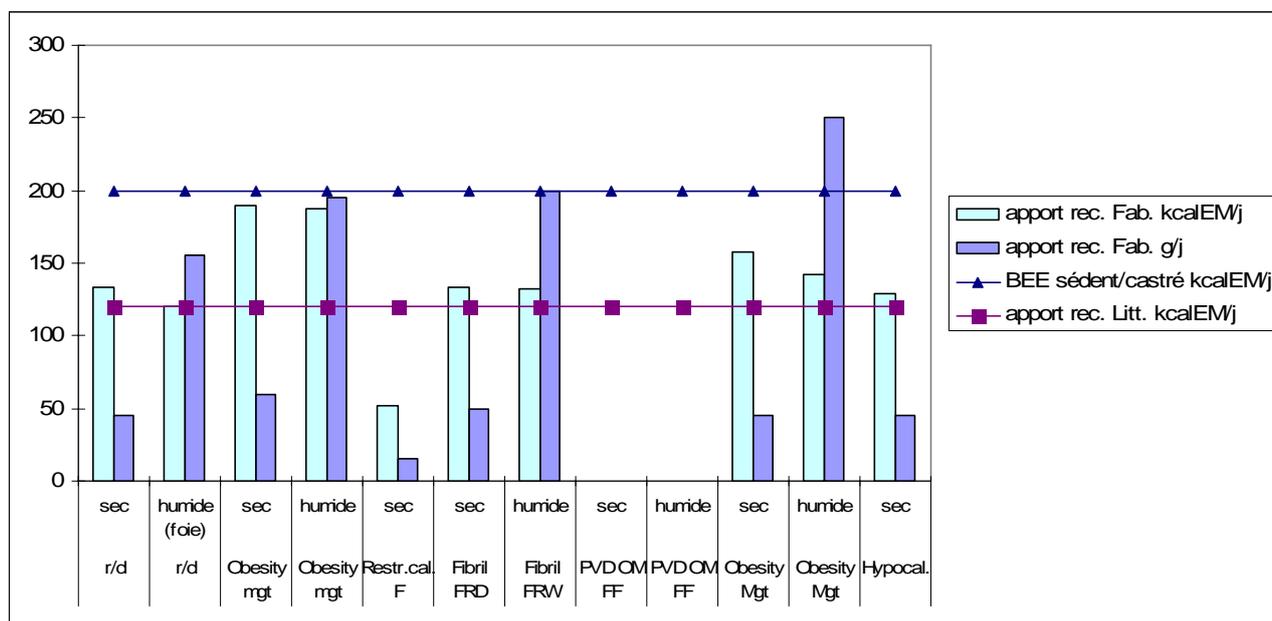
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de  $-20\% \pm 12\%$ .

Quatre fabricants sur 7 (pour 7 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de  $0\% \pm 15\%$ .

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chat dans l'intervalle [45 - 60] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [195 - 250] grammes par jour.

**Figure 14 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation de PARAGON pour un chat de poids objectif 4kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, tous les fabricants apportent moins d'énergie que le BEE d'un chat sédentaire ou castré de 4kg.

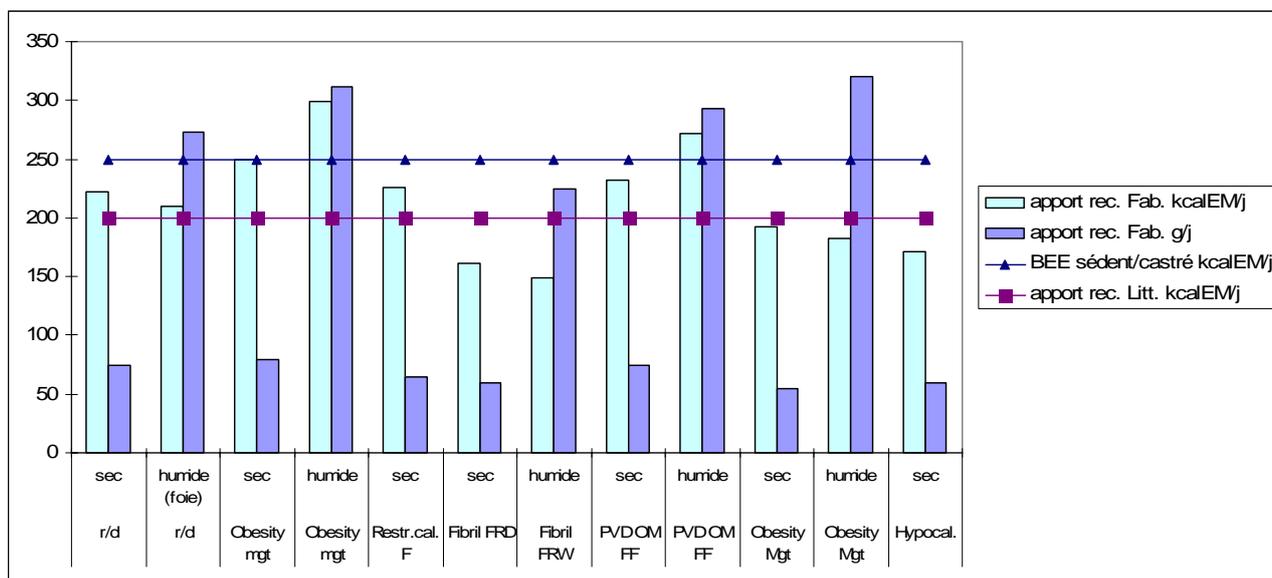
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de -31% +/- 19%.

Cinq fabricants sur 7 (pour 8 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de + 15% +/- 32%.

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chat dans l'intervalle [15 - 60] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [156 - 250] grammes par jour.

**Figure 15:** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation de PARAGON pour un chat de poids objectif 5kg en amaigrissement lent



En amaigrissement lent, 5 fabricants sur 7 apportent moins d'énergie que le BEE d'un chat sédentaire ou castré de 5kg. 2 fabricants apportent exactement ou plus que le BEE d'un chat sédentaire ou castré : le premier pour sa forme humide et sèche, le deuxième seulement pour sa forme humide.

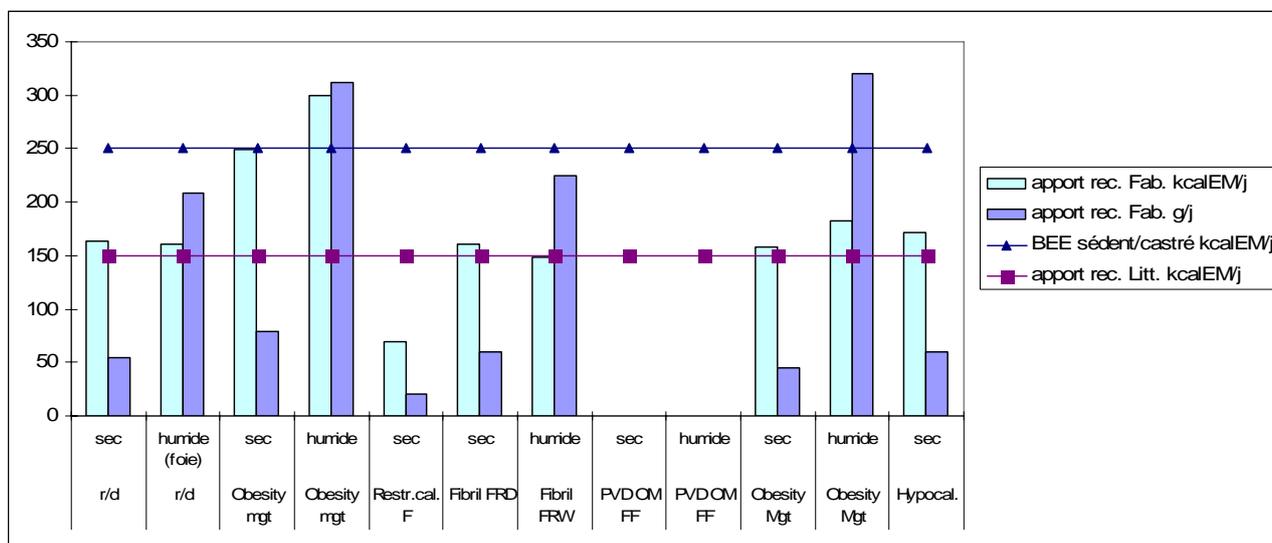
La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de -17% +/- 18%.

Quatre fabricants sur 7 (pour 7 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de + 3% +/- 23%.

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chat dans l'intervalle [55 - 79] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [225 - 320] grammes par jour.

**Figure 16 :** Comparaison des apports énergétiques recommandés par les fabricants au BEE et aux apports calculés à partir de l'équation de PARAGON pour un chat de poids objectif 5kg en amaigrissement rapide



En amaigrissement rapide, 6 fabricants sur 7 apportent moins d'énergie que le BEE d'un chat sédentaire ou castré de 5kg. 1 fabricant apporte exactement ou plus que le BEE d'un chat sédentaire ou castré pour ses formes humide et sèche.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et le BEE, tous fabricants confondus, est de -30% +/- 24%.

Cinq fabricants sur 7 (pour 8 types d'aliment) recommandent d'apporter plus d'énergie que la littérature.

La moyenne (+/- écart type) de différence entre les recommandations des fabricants et celles de la littérature, tous fabricants confondus, est de + 17% +/- 41%.

La quantité d'aliment sec à distribuer selon les recommandations des fabricants varie pour un même chat dans l'intervalle [20 - 79] grammes par jour. Celle pour un aliment humide varie dans l'intervalle [208 - 320] grammes par jour.

### **III) Discussion:**

#### **A) Discussion sur matériels et méthodes**

##### 1) Choix des animaux :

Nous avons arbitrairement choisi des chiens et de chats obèses dont les poids objectifs à atteindre étaient fixés à :

- 5, 10, 20 et 30 kg pour les chiens ;
- 3, 4 et 5 kg pour les chats ;

Ces valeurs ont été volontairement choisies dans le but d'encadrer au mieux la moyenne pondérale de la population animal française. D'après une étude Sofres TNS-FACCO (2003), le poids corporel moyen d'un chien français est 18,5 kg, celui du chat est de 4,02 kg.

D'autre part, ce sont les valeurs de poids qui sont le plus fréquemment évoquées dans les fiches techniques des aliments industriels (pour les mêmes raisons *a priori*) : il était donc plus judicieux d'appuyer notre étude avec ces valeurs.

##### 2) Choix des aliments :

Nous avons choisi des aliments hypocaloriques car c'est une contrainte légale (décret 15, 19-1, 1986) que de réduire la densité énergétique d'un aliment pour induire une perte de poids chez l'animal. D'autre part, un aliment complet pour entretien devrait être apporté en quantité réduite, ce qui reviendrait également à réduire l'apport en tous les nutriments essentiels, vitamines, minéraux et oligoéléments et entraîner des carences.

En outre, les graisses constituent une source d'énergie digérée et métabolisée de manière particulièrement efficace. Donc réduire la densité énergétique d'un aliment en réduisant l'apport en graisses doit améliorer la perte de poids : dans une étude, des chiens avec un excédent de poids qui recevaient une quantité restreinte de calories provenant d'un aliment contenant davantage de matières grasses ont perdu moins de poids et de graisse corporelle que des chiens avec un excédent de poids qui recevaient une quantité équivalente de calories provenant d'un aliment contenant moins de matières grasses (BORNE, WOLFSHEIMER, TRUETT *et al.* 1996).

Un aliment fournissant davantage de calories à partir des graisses aura tendance à favoriser la rétention du poids corporel et des graisses corporelles même si la consommation totale de calories est réduite ( DANFORTH 1985).

Nous n'avons donc pas considéré les aliments d'entretien et les aliments dits « light » car ils ne répondent pas à l'objectif nutritionnel que l'on s'est fixé : la perte de poids.

Le traitement de l'obésité est un acte médical, qui s'accompagne de la prescription d'un aliment diététique. Les aliments « obésité » ont tous des fiches techniques complètes mises à disposition des vétérinaires. Tous les autres aliments ne sont pas accompagnés de telles fiches et les informations en notre possession ne sont souvent que très succinctes et incomplètes et ne peuvent donc pas entrer dans le cadre de notre étude.

### 3) Choix de la méthode :

Nous avons utilisé les valeurs affichées par les fabricants sur les fiches techniques mis à disposition des vétérinaires praticiens : densité énergétique, quantité d'aliment à distribuer et apport énergétique recommandé.

Nous avons choisi la densité énergétique affichée (et non la DE calculée par Atwater ou la valeur *in vivo*) au bénéfice du fabricant afin de minimiser l'erreur sur la valeur réelle des produits.

La densité énergétique affichée par le fabricant représente ce qui peut être le plus proche de la réalité, le fabricant ayant tout l'attitude pour présenter une densité énergétique plus proche de la réalité que celle issue d'un calcul. Néanmoins, dans certains cas, cela est un peu mystérieux comme pour cet aliment humide pour chien présentant 0.53 kcal/g brut, alors que la composition garantie (en protéines, mat. grasses, ...) amène à une densité de 0.82 kcal/g par le calcul officiel (méthode CE). Cette différence est de plus de 50 % semble élevée, surtout que cet aliment est annoncé contenir 16% de cellulose brute sur la matière sèche, ce qui peut diminuer la digestibilité, certes, mais à hauteur de 50% (?)

Lorsque les quantités sont présentées sous forme d'intervalle, nous avons systématiquement pris la valeur inférieure afin de minimiser les apports et de raisonner le plus strictement possible.

Les fabricants indiquent qu'en fonction de l'animal (caractéristiques physiologiques, cliniques, comportementales, race etc.), les quantités affichées sont à adapter. Néanmoins, nous avons intégré dans la recommandation issue de la littérature différents paramètres de manière à tenir compte

d'une stérilisation, qui réduit de 20% le BEE (FLYNN, HARDIE, ARMSTRONG 1996 ; FETTMAN, STANTON, BANKS *et al.* 1997), ou d'une sédentarité, fréquente chez l'animal obèse. Remarquons que la recommandation calculée sur les bases de la littérature pourrait donc être encore réduite de 20% supplémentaire en considérant un animal castré et sédentaire. Ainsi, les écarts obtenus entre les apports recommandés par les fabricants et ceux issus de la littérature seraient d'autant plus importants.

Concernant le choix des équations de calcul du BEE, nous ne pouvions pas porter notre étude sur l'ensemble des équations disponibles: les difficultés de comparaisons et d'interprétations auraient retiré tout l'intérêt de cette étude.

Nous avons délibérément choisi l'équation présente dans le NRC 1974 pour le calcul du BEE chez le chien car il s'agit de l'équation la plus souvent citée dans la littérature comme référence et elle est acceptée par toute la communauté scientifique.

Enfin, c'est la seule équation du NRC, donc la seule accessible à un quidam qui chercherait à connaître la méthode de calcul du BEE d'un animal de compagnie.

Bien évidemment, nous aurions obtenu des chiffres différents en utilisant une autre équation mathématique mais le raisonnement serait resté le même et les ordres de grandeur sensiblement identiques.

Il a fallu également faire un choix parmi les équations disponibles chez le chat. Nous avons très rapidement décidé de choisir une équation d'estimation du BEE d'un chat stérilisé car, comme nous l'avons déjà précisé plus haut, la très grande majorité des chats français suivis par un vétérinaire est stérilisée. Choisir une équation du BEE pour un chat entier actif aurait immédiatement posé un biais dans notre étude. Par ailleurs, dans une enquête récente (COLLIARD *et al.* 2006), parmi une population de 385 chat, 103 étaient en surpoids ou obèses : 10 étaient entiers et 93 stérilisés ; pour les 282 autres, la répartition est équitable entre les chats entiers et ceux stérilisés.

Nous avons décidé de faire une distinction entre un niveau de restriction drastique lors d'un plan d'amaigrissement rapide et un niveau de restriction plus souple lors d'un plan d'amaigrissement lent. Cette distinction est très souvent faite dans les essais cliniques de la littérature et il semblait indispensable d'inclure cette dichotomie dans notre étude afin d'adapter le régime alimentaire à l'individu et à son état clinique : cette précision augmente nettement les chances de réussite du plan d'amaigrissement.

D'autre part, cette dichotomie est également très souvent présente dans les fiches techniques des fabricants.

## **B) Discussion des résultats**

La disparité des résultats obtenus dans le chapitre précédent met en évidence de nombreux problèmes, qui peuvent expliquer peut-être, les constats d'échec et le découragement en matière de traitement de l'obésité de la part des praticiens.

Tout d'abord, nous n'observons pas systématiquement une adéquation entre les recommandations des fabricants et celles empruntées à la littérature, que ce soit chez le chien ou chez le chat. Les écarts entre elles dépassent parfois plus de 50%, que ce soit en énergie allouée ou en quantité d'aliments proposée. Cela veut dire qu'un animal obèse, chien ou chat, peut recevoir selon les fabricants, deux fois plus d'énergie que la littérature le conseille : on conçoit dans ces conditions que le risque d'échec du plan d'amaigrissement mis en place par le vétérinaire soit important.

Les recommandations énergétiques pour l'amaigrissement sont d'ailleurs très hétérogènes entre fabricants, et parfois entre sec et humide chez un même fabricant. Par ailleurs, le niveau énergétique le plus bas (60% du besoin énergétique d'entretien) étant recommandé pour l'aliment le plus dense en énergie (3,65kcal/g), ce qui a pour conséquence une quantité en grammes extrêmement faible (i.e. 55g d'aliment sec pour un chien de poids optimal de 5 kg et 185g pour un chien de 30kg, en amaigrissement lent ! ces valeurs passant à 40g et 140g respectivement en amaigrissement rapide). Ainsi, le changement d'une marque d'aliment pour une autre, en suivant la recommandation quantitative indiquée par chaque fabricant peut induire une variation d'apport énergétique de 30% !

Chez le chat, nous observons parfois que l'apport énergétique pour l'animal obèse en amaigrissement est supérieur au BEE pour ce même chat au poids idéal : au-delà d'un échec garanti du plan d'amaigrissement prescrit par le praticien, une prise de poids n'est pas à exclure chez ce chat déjà obèse. La crédibilité du vétérinaire auprès du propriétaire sera alors compromise.

Ensuite, pour les aliments dont les recommandations énergétiques sont proches de celles empruntées à la littérature, certaines s'accompagnent d'une quantité d'aliment parfois très faible. Cela signifie que l'aliment a une densité énergétique plus élevée que les autres. Par conséquent, le volume de la ration à distribuer à l'animal est très petit. Malheureusement, il n'y a pas de cadre légal pour définir une densité énergétique maximale pour les aliments diététiques d'amaigrissement.

Il n'y a pas non plus dans la littérature de recommandations pour un volume acceptable d'aliment par kg de poids corporel, mais il s'agit de faire preuve de bon sens. Un chat de poids optimal de 4 kg ne peut décemment pas se contenter d'ingérer 20 grammes de croquettes par jour, qu'il soit obèse ou non ! Cela relève d'un problème éthique : l'animal aura constamment faim sans pouvoir l'assouvir. De plus, il risque de développer des comportements agressifs, avec l'apparition de prédation envers le propriétaire manifestée sous forme de morsures graves le plus souvent. Chez les chiens, on observera plutôt des périodes d'agitation intense, notamment lors de la préparation du repas. Dans ces cas, le propriétaire ne peut pas respecter la prescription : il y aura encore une fois échec de l'amaigrissement et mise en cause du vétérinaire.

Enfin, les recommandations énergétiques et/ou quantitatives proposées par les fabricants ne tiennent pas compte des particularités physiologiques et médicales de l'individu obèse. Elles sont souvent les mêmes que l'animal soit jeune ou vieux, récemment obèse ou atteint de longue date d'obésité morbide. Elles ne distinguent pas les animaux stérilisés ou les sédentaires. Elles ne tiennent pas compte non plus d'une éventuelle pathologie associée à cette obésité, qu'elle soit secondaire ou responsable du surpoids. Certes, il est impossible sur une étiquette d'aliment industriel de prévoir tous les cas ; d'ailleurs, la législation n'impose qu'une indication des recommandations journalières et ne parle pas d'adaptations individuelles. Cependant, sur les fiches techniques destinées aux professionnels de la santé animale (vétérinaire, assistants vétérinaires), il nous paraît concevable d'indiquer ces mises en garde quant à la généralisation du rationnement. Il est évident que seul le vétérinaire est habilité à personnaliser sa prescription à l'animal qui est sur sa table de consultation

Il existe actuellement, au vu des analyses présentées ici, un risque non négligeable d'échec d'amaigrissement, ce qui est préjudiciable à la santé de l'animal et contraire aux objectifs du vétérinaire. Par ailleurs, le propriétaire peut être amené à ne plus suivre le plan d'amaigrissement choisi par son vétérinaire : il risque à la fois d'abandonner l'idée de faire maigrir son animal...et de changer de vétérinaire.

Ce problème apparaît essentiellement lorsque l'on considère des aliments industriels secs car leur densité énergétique (même la plus faible) est bien supérieure à celles de tous les aliments humides confondus. Les aliments humides ont toujours une forte teneur en eau : cela augmente nettement le volume de la ration et les difficultés évoquées ci-dessus sont alors peu courantes.

C'est pourquoi, dans la grande majorité des cas, surtout chez le chat, il est important d'intégrer une part d'humidité dans la ration d'amaigrissement.

Pour cela, plusieurs options possibles :

- utiliser les aliments humides uniquement, mais le coût du programme devient considérable chez un animal de taille importante ;
- mélanger une part d'aliment humide et une part d'aliment sec ;
- pour le chien, mouiller les croquettes, voire les distribuer dans une gamelle d'eau : l'animal mettra plus de temps à ingérer sa ration et avalera une part importante de liquide simultanément ; on obtient alors un effet de satiété supposé supérieur.

Si l'on se place d'un autre point de vue, on peut également se poser la question de la faisabilité des programmes d'amaigrissement empruntés à la littérature en utilisant les aliments industriels disponibles sur le marché. En effet, beaucoup d'expériences sont réalisées chez des animaux de laboratoire, donc en chenil ou chatterie, et non pas chez des animaux vivant avec leur propriétaire, et parfois même avec des aliments qui ne sont pas disponibles sur le marché. Ces considérations théoriques ont-elles pris en compte ce biais et ces régimes « théoriques » sont-ils réellement réalisables en pratique ? Il semble en fait que des essais cliniques présentés par différents auteurs montrent un taux de réussite d'amaigrissement convenable en utilisant différents aliments industriels, donc l'adaptation des restrictions énergétiques de la littérature semble s'adapter correctement aux aliments disponibles.

Il semble en tout cas clair que, si le praticien veut proposer un plan d'amaigrissement pour un chien ou un chat, il est préférable qu'il calcule lui-même l'énergie qu'il souhaite allouer à cet animal, à moins qu'il n'utilise toujours le même aliment, et qu'il le manie d'expérience.

### **C) Discussion des textes législatifs en vigueur :**

Nous venons de mettre en évidence que l'un des problèmes essentiels des aliments diététiques à visée d'amaigrissement disponibles sur le marché est qu'ils possèdent très souvent une densité énergétique trop importante pour être adaptée à la perte de poids. Cependant, en France, aucun texte législatif n'impose une densité énergétique maximale pour ces aliments diététiques. Il ne parle que de « densité énergétique faible », l'interprétation de cette densité étant l'affaire de chaque industriel. Aux Etats-Unis, la législation a l'avantage d'imposer un chiffre sur les densités énergétiques à utiliser.

Il nous semble important de soulever cette lacune de la législation en vigueur. On peut ici trouver une explication partielle aux échecs rencontrés en clinique, inhérents à la constitution des aliments utilisés.

## Conclusion

L'obésité est actuellement l'affection nutritionnelle la plus fréquente chez les chiens et les chats. Elle est généralement associée à des complications, compromettant le bien-être de l'animal et diminuant son espérance de vie. L'obésité est une maladie à part entière ! Les aliments diététiques pour l'amaigrissement de ces animaux sont alors une aide indispensable et précieuse pour le vétérinaire.

Le rôle du vétérinaire est primordial en tant qu'acteur de la santé animale: c'est à lui d'adapter sa prescription à l'animal à faire maigrir, en fonction des ses caractéristiques physiologiques et son éventuel état pathologique. Cependant, il ne peut y avoir de traitement efficace de l'obésité sans une participation volontaire et active de l'ensemble de l'entourage de l'animal. Pour cela, il faut que les prescriptions nutritionnelles soient acceptables pour l'animal et le propriétaire. Ne perdons pas de vue que l'obésité nécessite une attention longue, régulière et continue pour la perte et le maintien du poids optimal.

Malheureusement, la prise en charge de l'obésité est actuellement redoutée par le vétérinaire : échec, abandon des propriétaires, perte de clientèle. De nombreux facteurs restent en cause et parmi eux, une méconnaissance de certains praticiens en matière de nutrition, la part d'aléa imputable aux propriétaires de l'animal obèse etc.... mais également à cause de la grande diversité et disparité des aliments diététiques pour l'amaigrissement dont dispose le praticien. Il n'a alors d'autre choix que de s'appuyer sur les recommandations du fabricant de l'aliment qu'il prescrit. Or nous avons vu que toutes les recommandations ne correspondent pas aux nécessités en terme d'énergie ou de quantité d'aliments à respecter pour faire maigrir efficacement un animal.

Il semble ainsi indispensable d'améliorer les règles de fabrication des aliments diététiques pour l'amaigrissement, en terme de densité énergétique maximale et de recommandations indiquées sur les emballages ou les fiches de produits fournis aux cliniques vétérinaires. Ce n'est qu'ensemble, industriels et praticiens, dans leur complémentarité, que le traitement de l'obésité sera efficace.

## BIBLIOGRAPHIE

AAFCO. *Regulation PF8 Descriptive Terms*. Association of American Feed Control Officials. Official Publication 1997; 119-120.

ARMSTRONG PJ, LUND EM. *Changes in body composition and energy balance with aging*. In: Proceedings, Symposium on health and nutrition of geriatric cats and dogs. Hill's Pet Nutrition, Inc., Orlando, FL 1996: 11-15.

BIOURGE V, HENROTEAUX M, ISTASSE L, et al. In. *Traitement d'un cas d'obésité chez une chienne*. Ann Med Vet 1987 ; **131** : 419-424.

BLANCHARD G. In. *Obésité et diabète sucré: cas cliniques*. Certificat d'étude supérieure de diététique canine et féline, 2006 ; module 3 : Nutrition clinique ; volume **1** :1-13.

BLANCHARD G, NGUYEN P, GAYET C, et al.. In. *Rapid weight loss with a High protein low energy diet allows the recovery of ideal body composition and insulin sensitivity in obese dogs*. J Nutr 2004; **134**: 2148S-2150S.

BLANCHARD G, PARAGON BM, MILLIAT F, LUTTON C. *Dietary L-carnitine supplementation in obese cats alters carnitine metabolism and decreases ketosis during fasting and induced hepatic lipodosis*. J Nutr, 2002; **132**(2):204 - 10

BLAXTER K. In: *Energy Metabolism in Animals and Man*. Cambridge, Royaume-Uni: Cambridge University Press, 1989.

BLAZA SE. *Energy requirements of dogs in cool conditions*. Canine Pract 1982; **9**; 10-15.

BOUCHE C, RIZKALLA SW, LUO J et al. – *Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately over-weight nondiabetic men*. Diabetes Care 2002; **25**:822-8.

BORNE AT, WOLFSHEIMER KJ, TRUETT AA, et al.. In. *Differential metabolic effects of energy restriction in dogs using diets varying in fat and fiber content*. Obes Res 1996; **4**: 337-345.

- BRANAM JE – *Dietary management of obese dogs and cats*. Veterinary Technician. 1988. **9**. (9). 490-493.
- BURGER IH. *Dogs large and small: the allometry of energy requirements within a single species*. J Nutr 1001; **121**: S18-S21.
- BURGER IH. *Energy needs of companion animals: matching food intakes to requirements throughout the life cycle*. J Nutr 1994; **124**: 2584S-2593S.
- BURKHOLDER WJ. *Metabolic rates and nutrient requirements of sick dogs and cats*. J Am Vet Med Assoc 1995; **206**: 614-618.
- COLLIARD L, ANCEL J, BENET JJ, PARAGON BM, BLANCHARD B. *Risk factors for obesity in dogs in France*. . J Nutr 2006; **136**: 1951s-1954S
- COLLIARD L, PARAGON BM, LEMUET B, BENET JJ, BLANCHARD B. *A survey of risk factors for obesity in cats in France*. . J feline Med Surg, 2007. Soumis à publication
- CROWELL-DAVIS SL, BARRY K, BALLAM JM, et al. In. *The effect of caloric restriction on the behaviour of pen housed dogs: transition from unrestricted to restricted diet*. Appl Anim Behav Sci 1995; **43**: 27-41.
- DANFORTH E Jrs. In. *Diet and Obesity*. American Journal of Clinical Nutrition 1985; **41**: 1132-1145.
- DIEZ M, NGUYEN P, JEUSETTE I, et al. In. *Weight loss in obese dogs: evaluation of a high-protein, low carbohydrate diet*. J Nutr 2002; **132**: 1685s-1687S.
- DIEZ M, NGYUEN P. *Obésité: épidémiologie, physiopathologie et prise en charge du chien obèse*. Encyclopédie Royal Canin; 2006;**1**:1-57.
- DONOGHUE S. *Nutritional support of hospitalized patients*. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1989; **19**: 475-495.
- DONOGHUE S. *Nutritional support of hospitalised animals*. J Small Anim Pract, 1993, **35**, 183-190.

EARLE KE, SMITH PM. *Digestible energy requirement of adult cats at maintenance*. J Nutr 1991; **121**: S45-S46.

EDNEY ATB – *Management of obesity in the dog*. *Vet Med Small Anim Clin* 1974; **69**(1): 46.

FACCO. *Code Des Règlementations et Bonnes Pratiques dans le Commerce des Aliments Composés pour Animaux Familiers*. Chambre syndicale Des fabricants D'Aliments Pour Chiens, Chats, Oiseaux et Autres Animaux Familiers. 2001.

FETTMAN MJ, STANTON CA, BANKS LL et al. *Effects of neutering on bodyweight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats*. Res. Vet. Sci. 1997; **62**:131 - 136

FINKE MD. *Evaluation of the energy requirements of adult kennel dogs*. J Nutr 1991; **121**: S39-S40.

FLYNN MF, HARDIE EM, ARMSTRONG PJ. *Effect of ovariectomy on maintenance energy requirement in cats*. J Am Vet Med Assoc 1996; **209**: 1572 – 1581.

GAYET C, BAILHACHE E, DUMON H et al. – *Insulin resistance and changes in plasma concentration of TNF, IGF1, and NEFA in dogs during weight gain and obesity*. J Anim Physiol Anim Nutr 2004a; **88**:157-65.

GAYET C, LERAY V, SILIART B et al. – *PPARA, lipoprotein lipase, GLUT4, adiponectin and leptin expression in visceral adipose tissue and/or skeletal muscle in obese and insulin resistant dogs*. Am J Physiol 2004b; **89**:167-73.

GROSS KL, WEDEKIND J, COWELL CS et al. Nutriments. In :HAND MS, THATCHER CD, REMILLARD RL, ROUDEBUSH PR. *Nutrition Clinique des Animaux de Compagnie*. 4<sup>ème</sup> Edition. Mark Morris Institute 2000 ; 26-39.

HAND MS. In. *Effects of low fat/high fiber in the dietary management of obesity*. Sixth Annual Vet Int Med Forum, ACVIM Proceedings 1988; 702.

HAND MS, ARMSTRONG PJ, ALLEN TA- *Obesity: occurrence, treatment, and prevention*. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 1989. **19**. (3). 447-474.

HAWTHORNE AJ, BUTTERWICK RF. *L'indice félin de masse corporelle – une mesure simple des réserves lipidiques de l'organisme chez le chat*. Waltham Focus. 2000; **10**(1):32 – 33.

- HEUSNER AA. *Energy metabolism and body size. I – is the 0,75 mass exponent of Kleiber's equation a statistical artefact?* Respi Physiol 1982; **48**: 1-12.
- HILL RC. *A rapid method of estimating maintenance energy requirement from body surface area in inactive dogs and in cats.* J Am Vet Med Assoc 1993; **202**: 1814-1816.
- JEUSETTE I, SHIBATA H, SAITO M et al. – *Effects of obesity and weight loss on plasma ghrelin concentrations in dogs, in Proceedings. 7<sup>th</sup> Conference of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, 2003:39.*
- JEUSETTE I, DETILLEUX J, CUVELIER C et al. – *Ad libitum feeding following ovariectomy in female Beagle dogs : effects on maintenance energy requirements and on blood metabolites.* J Anim Physiol Anim Nutr 2004a; **88**: 117-121.
- JEUSETTE I, DETILLEUX J, SHIBATA H et al. – *Effects of obesity and weight loss on plasma ghrelin and leptin concentrations in dogs.* Res Vet Sci 2004b;**79**(2):169-75.
- JEWELL DE, KIRK CA, BERRYHILL SA, et al. *The effect of age on body composition in dogs and cats.* In: Proceedings, Symposium on health and nutrition of geriatric cats and dogs. Hill's Pet Nutrition, Inc., Orlando, FL 1996: 52.
- KIENZLE E, RAINBIRD A – *Maintenance energy requirement of dogs: what is the correct value for the calculation of metabolic body weight in dogs?* J Nutr 1991; **121**: S39-S40.
- KLEIBER M. *Animal temperature regulation.* In: The Fire of Life: An Introduction to Animal Energetics. Davis, CA: John Wiley and Sons Inc, Publishers, 1961; 146-174.
- KRONFELD DS. *Protein and energy estimates for hospitalized dogs and cats.*In: Proceedings of the Purina International Nutrition symposium, Orlando, FL, 1991, 5-11.
- LAFLAMME DP, KUHLMAN G, LAWLER DF. In. *Evaluation of weight loss protocols for dogs.* J Am Anim Hosp Assoc 1997; **33**: 235-239.
- LEVINE AS, BILLINGTON CJ. *Dietary fiber: does it affect food intake and body weight?* In: FERNSTROM JD, MILLER GD, eds. Appetite and body weight regulation, sugar, fat, and macronutrient substitutes. Boca Raton, FL: CRC Press, 1994; 191-200.

- LOVERIDGE GC. *Body weight changes and energy intakes of cats during gestation and lactation.* Anim Tech 1986; **37**: 7-15.
- MANNER K – *Energy requirement for maintenance of adult dogs.* J Nutr 1991; **121**: S37-S38.
- MARKWELL PJ, VAN ERK W, PARKINT GD, et al. In. *Obesity in the dog.* J Small Anim Pract 1990; **31**: 533-537.
- MARTIN L- *Principes des régimes hyper protéiques, notion d'énergie nette.* Le livre blanc de l'obésité féline ; Royal Canin, 2001 : 6-9.
- MASON E. *Obesity in pet dogs.* Vet Rec. 1970; **86**:612-6.
- MILLER SA, ALLISON JB. *The dietary nitrogen requirements of the cat.* J Nutr 1958; **64**: 493-499.
- MUNDAY HS, EARLE KE, ANDERSON P. *Changes in the body composition of the domestic shorthaired cat during growth and development.* J Nutr 1994; **124**: 2622S-2223S.
- NGUYEN P, DIEZ M. In: *Traitement de l'obésité: aspects nutritionnels et alimentaires.* Focus Waltham 2006; volume **16** ; N°1 :33-38.
- NGUYEN P, DUMON H, MARTIN L, et al. In. *Weight loss does not influence energy expenditure or leucine metabolism in obese cats.* J Nutr 2002; **132**: 1649S-1651S.
- NRC (National Research Council of the National Academies) – *Nutrient requirements of cats,* 2006, The National Academies Press, Washington DC; 41-51.
- NRC (National Research Council of the National Academies) – *Nutrient requirements of dogs,* 2005, The National Academies Press, Washington DC; 447 pp.
- NRC (National Research Council of the National Academies) – *Nutrient requirements of cats,* 1974, The National Academies Press, Washington DC; 71 pp.
- NRC (National Research Council of the National Academies) – *Nutrient requirements of cats,* 1985, The National Academies Press, Washington DC; 71pp.

PARAGON BM, GRANDJEAN D. *Enteral Nutrition In Dogs And Cats*. In: Proceedings of The 18<sup>th</sup> World Congress Of The World Small Animal Veterinary Association (WSAVA), Berlin, Deutschland, 6-9 October 1993. 127-131.

PARKIN GP – *Management of obesity – the practitioner’s experience*. Int J Obes, 1994, **18**, suppl.1, S36-S38.

REMILLARD RL, THATCHER CD. *Parenteral nutritional support in the small animal patient*. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1989; **19**: 1287-1306.

ROOT MV, JOHNSTON SD, OLSON PN. *The effect of prepuberal gonadectomy and postpuberal gonadectomy on radial physeal closure in male and female domestic cats*. Am J. Vet. Res. 1996; **57**: 371-374.

SCARLETT JM, DONOGHUE S, SAIDLA J, et al. *Overweight cats: Prevalence and risk factors*. Int J Obes 1994; **18**: S22-S28.

SCARLETT JM, DONOGHUE S. *Associations between body conditions and disease in cats*. J Am Vet Med Assoc 1998; **212**(11):1725 – 1731.

SCHMIDT-NEILSON K. *Metabolic rate and body size*. In: *Scaling: Why is Animal Size so Important?* Cambridge, Royaume-Uni: Cambridge University Press, 1984.

SPEAKMAN JR, VAN ACKER A, HARPER EJ. *Age-related changes in the metabolism and body composition of three dog breeds and their relationship to life expectancy*. Aging Cell 2003; **2**/ 265-75.

TAYLOR EJ, ADAMS C, NEVILLE R. *Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats*. Proc. Nutr. Soc. 1995; **54**(3): 645-656.

THONNEY ML. *Intraspecies relationship between fasting heat production and bodyweight: a reevaluation of W75*. J Anim Sci 1976; **43**: 690.

WOLTER R – *Alimentation et obésité des carnivores*. Rev Méd Vét. 1990; **141**. (6). 443-451.

World Health Organization. *Obesity preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity*, Geneva, 3-5 June 1997.

### Annexe 1 : Caractéristiques nutritionnelles des aliments hypocaloriques utilisés chez le chien.

	Espèce	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN
ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac	Advance
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Restricted calorie F	Fibril	Fibril	PVD OM CF	PVD OM CF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.	Obesity mgt
	forme aliment	sec	humide	sec	sec	CRD	CRW	sec	humide	sec	humide	sec	humide
	code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Euk L	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob	Adv Ob
	Humidité	9	75,6	8	8	10	77,7	8,5	77	9	85,8	8	75
	Mat. Protéique	22,8	6,2	29,2	23,5	22	7,1	29	9,5	34	7,5	26	9,5
	Mat. Grasses	7,5	2,1	5,89	6	5	2	6	2,8	10	2,4	8	1,8
	Cellulose brute	21,1	5,2	10	1,9	8	4	10	3,7	11,2	0,3	14	1,9
Analyse (%)	ENA	34,7	9,5	39,31	55,4	50	8	38,9	5	27,9	1,9	37	
	Cendres (calculée)	4,9	1,4	7,6	5,2	5	1,2	7,6	2	7,9	2,1	7	1,9
	DE (kcalEM/100 g) affichée	265	72	289	365	295	70	323	65	328	53	252	53
	DE (kcalEM/g) affichée	2,65	0,72	2,893	3,648	2,95	0,70	3,23	0,65	3,275	0,53	2,52	0,53
	DE (kcalEM/g) calculée Atwater	2,98	0,82	3,27	3,70	3,33	0,78	3,26	0,83	3,38	0,59	3,24	3,28
	DE (kcalEM/g) calculée	2,65	0,73	2,90	3,27	2,95	0,70	2,89	0,75	3,02	0,53	2,89	3,28
	Ca/P	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2	1,3	1,6	1,0	1,3	1,1
	Ca	0,59	0,16	1,25	0,96	0,84	0,2	1,2	0,33	1,4	0,3	1,2	0,25
	P	0,5	0,13	1,04	0,77	0,56	0,13	1	0,26	0,85	0,29	0,9	0,23
	Na	0,25	0,06	0,21	0,37	0,28	0,07	0,2	0,05	0,5	0,1	0,45	0,07
	K	0,75	0,18	0,77	0,66	0,63	0,15	1	0,39	1	0,25	0,75	0,16
	Mg	0,12	0,03	0,149	ND	0,084	0,02	0,16	0,05	0,08	0,04	ND	ND
	Cu (mg/kg)	ND	ND	14	22	7	1,6	8	8	23	5	16	2,8
	Zn (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	167	39	ND	ND	205	33,3	179	ND
	$\omega$ 6/ $\omega$ 3	7,9	8,5	ND	6,0	ND	ND	22,5	ND	5,8	ND	5,0	ND
	AG $\omega$ 3	0,33	0,08	ND	0,3	ND	ND	0,06	ND	0,4	ND	ND	ND
	AG $\omega$ 6	2,61	0,68	ND	1,8	ND	ND	1,35	ND	2,3	ND	1,3	ND

## Annexe 1 (suite)

	Espèce	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN	CHIEN
ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac	Advance
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Restricted calorie F	Fibril	Fibril	PVD OM CF	PVD OM CF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.	Obesity mgt
	forme aliment	sec	humide	sec	sec	CRD	CRW	sec	humide	sec	humide	sec	humide
	code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Euk L	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob	Adv Ob
g pour 1 McalEM	RPC (g prot/Mcal affiché)	86	86	101	64	75	102	90	146	113	141	103	72
	RPC (g prot/Mcal calculé)	ND	86	101	64	75	102	90	146	104	142	103	72
	Ca	2,23	2,22	4,32	2,63	2,85	2,86	3,72	5,08	4,27	5,66	4,76	
	P	1,89	1,81	3,59	2,11	1,90	1,86	3,10	4,00	2,60	5,47	3,57	
	Na	0,94	0,83	0,73	1,01	0,95	1,00	0,62	0,77	1,53	1,89	1,79	
	K	2,83	2,50	2,66	1,81	2,14	2,15	3,10	6,00	3,05	4,72	2,98	
	Mg	0,45	0,42	0,52	ND	0,29	0,29	0,50	0,77	0,24	0,75	ND	
% MS	DE (kcalEM/100 g MS)	291	295	314	397	327	313	353	283	360	373	274	328
	Mat. Protéique	25,1	25,4	31,7	25,5	24,4	31,8	31,7	41,3	37,4	52,8	28,3	38,0
	Mat. Grasses	8,2	8,6	6,4	6,5	5,6	9,0	6,6	12,2	11,0	16,9	8,7	7,2
	Cellulose brute	23,2	21,3	10,9	2,1	8,9	17,9	10,9	16,1	12,3	2,1	15,2	16,4
	ENA	38,1	38,9	42,7	60,2	55,6	35,9	42,5	21,7	30,7	13,4	40,2	
	Cendres	5,4	5,7	8,3	5,7	5,6	5,4	8,3	8,7	8,7	14,8	7,6	7,6
	Ca	0,65	0,66	1,36	1,04	0,93	0,90	1,31	1,43	1,54	2,11	1,30	1,00
	P	0,55	0,53	1,13	0,84	0,62	0,58	1,09	1,13	0,93	2,04	0,98	0,92
	Na	0,27	0,25	0,23	0,40	0,31	0,31	0,22	0,22	0,55	0,70	0,49	0,28
	K	0,82	0,74	0,84	0,72	0,70	0,67	1,09	1,70	1,10	1,76	0,82	0,64
	Mg	0,13	0,12	0,16	ND	0,09	0,09	0,17	0,22	0,09	0,28	ND	ND
	Cu (mg/kg MS)	ND	ND	15,22	23,91	7,78	7,17	8,74	34,78	25,27	35,21	17,39	11,20
Zn(mg/kg MS)	ND	ND	ND	ND	185,56	174,89	ND	ND	225,27	234,51	194,57	ND	

## Annexe 2 : Caractéristiques nutritionnelles des aliments hypocaloriques utilisés chez le chat.

	Espèce	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT
ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	CHAT Virbac VC
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr. Cal. F	Fibril FRD	Fibril FRW	PVD OM FF	PVD OM FF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide (foie)	sec	humide	sec	sec	humide	sec	humide	sec	humide	sec
	Code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Adv Ob	Euk Ob	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob
	Humidité	7	75,9	8	74	8	8,5	78,6	8,5	75,4	7	83	8
	Mat. Protéique	35,1	9	34,2	10,9	32,6	33,3	9	34	10,6	42	7,8	36
	Mat. Grasses	8,4	2,2	7,3	3,6	9,2	6,5	2	7,5	3,2	10	2,1	9
	Cellulose brute	13,8	3,7	6,5	2,4	2	17,1	4	7	1,5	9	0,2	10
Analyse (%)	ENA	30,1	7,6	37	7,4	41,8	27,6	5	35,5	7,6	23,7	5	31
	Cendres (calculée)	5,6	1,6	7	1,7	6,4	7	1,4	7,5	1,7	8,3	1,9	6
	DE (kcalEM/100 g)	296	77	316	96	348	268	66	309	93	350	57	286
	DE (kcalEM/g) affichée	2,96	0,77	3,16	0,959	3,476	2,68	0,66	3,09	0,93	3,500	0,570	2,86
	DE (kcalEM/g) calculée Atwater	3,36	0,86	3,51	1,06	3,80	3,02	0,74	3,46	1,02	3,53	0,70	3,49
	DE (kcalEM/g) calculée	3,00	0,77	3,11	0,95	3,39	2,68	0,66	3,07	0,91	3,15	0,63	3,11
	Ca/P	1,3	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
	Ca	0,91	0,24	1,44	0,3	1	0,82	0,19	1,3	0,28	1,4	0,27	1
minéraux	P	0,72	0,15	1,04	0,24	0,87	0,78	0,18	1,1	0,23	1,1	0,21	0,8
et	Na	0,28	0,07	0,27	ND	ND	0,51	0,12	0,23	0,07	0,5	0,19	0,4
oligoéléments	K	0,72	0,18	0,72	ND	ND	0,69	0,17	0,75	0,37	1	0,2	0,7
(%)	Mg	0,08	0,018	0,08	ND	0,08	0,068	0,017	0,1	0,03	0,08	0,02	0,06
	Cu (mg/kg)	ND	ND	17	ND	23	12,6	3,1	ND	ND	23	2,6	20
	Zn (mg/kg)	ND	ND		ND	ND	152	37	ND	ND	205	21	156
Acides gras	$\omega$ 6/ $\omega$ 3	15,4	9,4	ND	ND	6,3	ND	ND	13,6	ND	6,3	ND	5,0
	AG $\omega$ 3	0,17	0,07	ND	ND	0,3			0,14		0,4		
essentiels	AG $\omega$ 6	2,62	0,66	ND	ND	1,9			1,9		2,5		
	RPC (g prot/Mcal affiché)	118	117	108	114	96	124	136	110	114	133	137	126
	RPC (g prot/Mcal calculé)	117	117	110	115	96	124	136	98	104	133	125	116
	Ca	3,07	3,12	4,56	3,13	2,88	3,06	2,88	4,21	3,01	4,00	4,74	3,50

## Annexe 2 (suite)

	Espèce	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT	CHAT
ALIMENT	Marque	Hill's	Hill's	Advance	Advance	Eukanuba VD	Leo-Specific	Leo-Specific	Purina	Purina	RC Vet Diet	RC Vet Diet	Virbac VC
	Nom commercial	r/d	r/d	Obesity mgt	Obesity mgt	Restr. Cal. F	Fibril FRD	Fibril FRW	PVD OM FF	PVD OM FF	Obesity Mgt	Obesity Mgt	Hypocal.
	forme aliment	sec	humide (foie)	sec	humide	sec	sec	humide	sec	humide	sec	humide	sec
	Code schéma	H r/d	H r/d	Adv Ob	Adv Ob	Euk Ob	Leo Ob+Diab	Leo Ob+Diab	P Ob	P Ob	RC Ob	RC Ob	V Ob
g pour 1 McalEM	P	2,43	1,95	3,29	2,50	2,50	2,91	2,73	3,56	2,47	3,14	3,68	2,80
(calculée)	Na	0,95	0,91	0,85	ND	ND	1,90	1,82	0,74	0,75	1,43	3,33	1,40
	K	2,43	2,34	2,28	ND	ND	2,57	2,58	2,43	3,98	2,86	3,51	2,45
	Mg	0,27	0,23	0,25	ND	0,23	0,25	0,26	0,32	0,32	0,23	0,35	0,21
	DE (kcalEM/100 g MS)	318	320	343	369	378	293	308	338	378	376	335	311
	Mat. Protéique	37,7	37,3	37,2	41,9	35,4	36,4	42,1	37,2	43,1	45,2	45,9	39,1
	Mat. Grasses	9,0	9,1	7,9	13,8	10,0	7,1	9,3	8,2	13,0	10,8	12,4	9,8
	Cellulose brute	14,8	15,4	7,1	9,2	2,2	18,7	18,7	7,7	6,1	9,7	1,2	10,9
	ENA	32,4	31,5	40,2	28,5	45,4	30,2	23,4	38,8	30,9	25,5	29,4	33,7
	Cendres	6,0	6,6	7,6	6,5	7,0	7,7	6,5	38,8	30,9	8,9	11,2	6,5
% MS	Ca	0,98	1,00	1,57	1,15	1,09	0,90	0,89	1,42	1,14	1,51	1,59	1,09
(calculée)	P	0,77	0,62	1,13	0,92	0,95	0,85	0,84	1,20	0,93	1,18	1,24	0,87
	Na	0,30	0,29	0,29	ND	ND	0,56	0,56	0,25	0,28	0,54	1,12	0,43
	K	0,77	0,75	0,78	ND	ND	0,75	0,79	0,82	1,50	1,08	1,18	0,76
	Mg	0,09	0,07	0,09	ND	0,09	0,07	0,08	0,11	0,12	0,09	0,12	0,07
	Cu (mg/kg MS)	ND	ND	18,48	ND	25,00	13,77	14,49	ND	ND	24,73	15,29	21,74
	Zn (mg/kg MS)	ND	ND	0,00	ND	ND	166,12	172,90	ND	ND	220,43	123,53	169,57