

FACCO

fediaf
The European
Pet Food Industry

Guide Nutritionnel

Pour Aliments Complets et Complémentaires
destinés aux Chiens et Chats

Septembre 2020

SOMMAIRE

1. GLOSSAIRE 5

1.1. DEFINITIONS 5

2. INTRODUCTION 9

2.1. OBJECTIFS 9
2.2. DOMAINE D'APPLICATION 10

3. ALIMENTS COMPLETS POUR ANIMAUX FAMILIERS 11

3.1. NOTICE DE LECTURE 11
3.1.1. Niveaux nutritionnels minimaux recommandés dans les aliments pour chiens et chats 11
3.1.2. Teneurs en énergie des aliments pour animaux familiers 11
3.1.3. Niveaux maximaux de certaines substances dans les aliments pour chiens et chats 12
3.1.4. Validation du produit 12
3.1.5. Analyses de suivi 13
3.1.6. Mode d'emploi/instructions d'alimentation 13
3.2. TABLEAUX DE RECOMMANDATIONS EN NUTRIMENTS 14
3.2.1. Comment lire les tableaux 14
3.2.2. Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens 16
3.2.3. Niveaux en nutriments recommandés pour les chats 19
3.3. JUSTIFICATION DES TABLEAUX DE RECOMMANDATIONS EN NUTRIMENTS 23
3.3.1. Justification des recommandations en nutriments pour chiens 23
3.3.2. Justification des recommandations en nutriments pour chats 29

4. ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES 34

4.1. APPORTS RECOMMANDES 34
4.2. PROCEDURE DE VALIDATION 34
4.3. ANALYSES DE SUIVI 34

5. MÉTHODES D'ANALYSES 35

6. PROTOCOLES DES TESTS D'ALIMENTATION 37

6.1. METHODE PAR MARQUEURS 37
6.1.1. Introduction 37
6.1.2. Protocole 37
6.1.2.1. Animaux 37
6.1.2.2. Procédures d'alimentation 37
6.1.2.3. Aliment 38
6.1.2.4. Rations distribuées 38
6.1.2.5. Fréquence d'alimentation 38
6.1.2.6. Interruption de l'essai 38
6.1.2.7. Collecte 38
6.1.2.8. Préparation des échantillons 39
6.1.2.9. Déterminations analytiques 39
6.1.2.10. Calcul de l'énergie digestible et des nutriments digestibles 39
6.1.2.11. Calcul de l'énergie métabolisable 40
6.2. METHODE PAR COLLECTE TOTALE 40
6.2.1. Introduction 40
6.2.2. Protocole 40
6.2.2.1. Animaux 40
6.2.2.2. Procédures d'alimentation 40
6.2.2.3. Aliment 41
6.2.2.4. Rations distribuées 41
6.2.2.5. Fréquence d'alimentation 41
6.2.2.6. Interruption de l'essai 41
6.2.2.7. Collecte 41
6.2.2.8. Préparation des échantillons 42
6.2.2.9. Déterminations analytiques 42
6.2.2.10. Calcul de l'énergie digestible et des nutriments digestibles 42
6.2.2.11. Calcul de l'énergie métabolisable 43

7. ANNEXES 45

7.1. NOTE D'ETAT CORPOREL (NEC) 45
7.1.1. Introduction 45
7.1.2. Note d'Etat Corporel validée 45
7.1.3. Utilisation et interprétation 45
7.1.4. Conclusion 46
7.2. ENERGIE 50
7.2.1. Introduction 50
7.2.2. Densité énergétique de l'aliment 51
7.2.2.1. Energie Brute 51
7.2.2.2. Energie métabolisable 51
7.2.3. Revue bibliographique sur les besoins énergétiques des chiens 53
7.2.3.1. Besoin énergétique d'entretien (BEE) des chiens adultes 54
7.2.3.2. Activité 54
7.2.3.3. Age 54
7.2.3.4. Race&type 55
7.2.3.5. Thermorégulation et lieu de vie 55
7.2.4. Recommandations pratiques pour la consommation d'énergie des chiens et chats selon le stade physiologique. 56
7.2.4.1. Chiens 56
7.2.4.2. Chats 58
7.2.5. Impact du besoin énergétique sur la formulation du produit 61
7.3. TAURINE 62
7.3.1. Introduction 62
7.3.2. Chat 62
7.3.3. Chien 63
7.3.4. Conclusion 63
7.4. ARGININE 64

7.5. VITAMINES 65
7.5.1. Composés chimiques 65
7.6. REACTIONS D'INTOLERANCE A L'ALIMENT 66
7.6.1. Introduction 66
7.6.2. Définitions 66
7.6.2.1. Réactions indésirables à l'aliment 66
7.6.2.2. Allergie alimentaire 67
7.6.2.3. Hypersensibilité alimentaire non allergique 67
7.6.2.4. Sensibilité liée à la quantité ingérée 67
7.6.3. Allergie alimentaire chez les humains 67
7.6.4. Réactions indésirables aux aliments chez les chiens et les chats 68
7.6.5. Conclusions 69
7.7. RISQUES DE CERTAINS ALIMENTS POUR HUMAINS DONNÉS RÉGULIÈREMENT AUX ANIMAUX FAMILIERS 69
7.7.1. TOXICITÉ DES RAISINS SECS ET DU RAISIN CHEZ LES CHIENS 69
7.7.1.1. Contexte 69
7.7.1.2. Signes cliniques et pathologie 69
7.7.1.3. Agent toxique 70
7.7.1.4. Traitement 70
7.7.2. TOXICITÉ DU CHOCOLAT 70
7.7.2.1. Contexte 70
7.7.2.2. Agent toxique 71
7.7.2.3. Signes cliniques 72
7.7.2.4. Traitement 72
7.7.3. TOXICITÉ DES OIGNONS ET DE L'AIL CHEZ LES CHATS ET CHIENS 72
7.7.3.1. Contexte 72
7.7.3.2. Signes cliniques et pathologie 72
7.7.3.3. Agent toxique 73
7.7.3.4. Traitement 74
7.8. RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES PAR STADE DE VIE ET BESOINS ENERGETIQUES A L'ENTRETIEN 75

8. MODIFICATIONS VERSUS LES VERSIONS PRÉCÉDENTES 83

1. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2011 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2008 83
2. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2012 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2011 84
3. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2013 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2012 84
4. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2014 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2013 85
5. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2016 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2014 85
6. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2017 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2016 86
7. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2018 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2017 86
8. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2018 DÉCEMBRE VS. LE GUIDE NUTRITIONNEL 2018 AOÛT 89
9. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2019 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2018 89
10. ADAPTATIONS DU GUIDE NUTRITIONNEL 2020 VS LE GUIDE NUTRITIONNEL 2019 89

9. REFERENCES 91

Avertissement :

La version officielle originale de ce code est celle en anglais du site web de la FEDIAF qui seule fera foi en cas de contestation. La traduction française en a été réalisée par la FACCO, Fédération des Fabricants d'Aliments pour chiens, chats, oiseaux et autres animaux familiers.

Préface

Une alimentation complète et équilibrée est essentielle pour la santé et le bien-être des chiens et des chats. Des régimes adaptés à chaque étape de la vie apportent les nutriments nécessaires pour la reproduction, la croissance et une vie adulte longue, saine et active. Ils permettent également de prévenir les troubles liés à la nutrition qui peuvent survenir en raison de carences ou d'excès nutritionnels. Notre connaissance des besoins spécifiques des chiens et des chats et de leur utilisation s'améliore constamment grâce à la recherche.

Le Conseil Scientifique Européen de l'industrie des aliments familiers (SAB), créé en 2010, est composé de scientifiques en nutrition indépendants, issus du monde universitaire et du secteur privé des pays européens. Les fonctions du SAB sont d'aider la FEDIAF à accéder à de la littérature scientifique pertinente et l'évaluer de manière critique. Ils mettent aussi en évidence les cas d'absence d'informations suffisantes et d'incertitude ou de désaccord. La surveillance, l'exploration, et la discussion de la recherche nutritionnelle sont utilisées pour déterminer les niveaux nutritionnels recommandés et les pratiques alimentaires proposés dans ce Guide nutritionnel.

La FEDIAF est unique dans son approche de révision constante de la littérature scientifique en nutrition et de mises à jour fréquentes des directives nutritionnelles pour assurer leur cohérence avec les données et les connaissances scientifiques actuelles. Les valeurs nutritionnelles recommandées dans le Guide nutritionnel 2020 sont donc basées sur des principes scientifiques actualisés et leur utilisation pratique pour la production d'aliments sûrs et sains pour les animaux familiers.

Dr. Marge Chandler, présidente du SAB

Remerciements

La FEDIAF remercie toutes les personnes ayant contribué à la qualité de ce Guide Nutritionnel, notamment les membres du Conseil scientifique pour la révision du document et pour leur assistance scientifique permanente au groupe.

Conseil Scientifique :

- Prof. Biagi, Giacomo Bologne (IT)
- Prof. Bjornvad, Charlotte Reinhard Copenhagen (DK)
- Dr. Chandler, Marge Edinburgh (UK)
- Dr. Dobenecker, Britta Munich (DE)
- Dr. Hervera, Marta Nantes (FR)
- Prof. Hesta, Myriam Gand (BE)
- Prof. Iben, Christine Vienne (AT)
- Dr. Lourenço, Ana Luisa Vila Real (PT)
- Prof. Nguyen, Patrick Nantes (FR)
- Prof. Paragon, Bernard Maisons-Alford (FR)
- Dr. Villaverde, Cecilia Barcelone (ES)
- Prof. Zentek, Jurgen Berlin (DE)

1. Glossaire

1.1. DEFINITIONS

Le glossaire présente les définitions des termes clés utilisés dans ce guide, suivies de leur source.Si besoin, les définitions sont adaptées à l'alimentation des animaux familiers

A

Aliment complémentaire pour animaux familiers : Un aliment pour animaux familiers qui a une teneur élevée en certaines substances mais qui, en raison de sa composition, ne peut assurer la ration journalière que si associé à d'autres aliments pour animaux familiers (*Règlementation (EU) n°767/2009).* Voir également les explications de la FEDIAF au chapitre 4.

Aliment complet pour animaux familiers : Un aliment pour animaux familiers qui, en raison de sa composition, suffit pour assurer une ration journalière *(Réglementation (EU) n°767/2009)*.

Aliment humide pour animaux familiers : Aliment pour animaux familiers présentant un taux d'humidité de 60 % ou plus *(définition historique* par *l'industrie des aliments pour animaux familiers)*.

Aliment pour animaux familiers : Tout produit élaboré par un fabricant d'aliments pour animaux familiers, totalement, partiellement ou non transformé, destiné à être consommé par des animaux familiers après sa mise sur le marché (*Règlement (CE) n° 767/2009)*.

Aliment sec pour animaux familiers : Aliment pour animaux familiers présentant un taux d'humidité inférieur ou égal à 14 % *(définition historique par l'industrie des aliments pour animaux familiers).*

Aliment semi-humide pour animaux familiers : Aliment pour animaux familiers présentant un taux d'humidité d'au moins 14 % et inférieur à 60 % *(définition historique par l'industrie des aliments pour animaux familiers)*.

Allergie alimentaire : Réaction via le système immunitaire provoquée par l'ingestion d'un aliment ou d'un additif alimentaire et provoquant un ou plusieurs des signes cliniques décrits dans l'annexe 7.6 « Réactions indésirable à l'aliment » *(Halliwell REW 1992)*.

Anaphylaxie : L'anaphylaxie est une réaction allergique aiguë multi-système pouvant engager le pronostic vital, à la suite d'une exposition à un agent allergène. Chez l'être humain, les causes les plus courantes sont l'alimentation, les piqûres d'insectes et les médicaments *(Oswalt M, Kemp SF and al. 2007 ; Tang AW 2003; Wang J et Sampson HA 2007)*.

Apport recommandé (AR) : (ou allocation recommandée) ou recommandation d'apport quotidien (RAQ), est le niveau d'ingestion d'un nutriment ou d'un composant alimentaire, considéré adéquat pour satisfaire les besoins nutritionnels connus de la quasi-totalité des individus en bonne santé. Il correspond au besoin minimum, majoré d'une marge de sécurité tenant compte des différences de disponibilité entre les individus et des interactions nutritionnelles. En pratique, cela pourra être traduit comme les niveaux de consommation en nutriments essentiels que les individus en bonne santé doivent respecter dans la durée pour s'assurer d'une alimentation adaptée et saine *(Food and Nutrition Board 1994 ; Uauy-Dagach R et al. 2001).*

B

Besoin énergétique d'entretien (BEE) : Quantité d'énergie nécessaire pour assurer un bilan énergétique nul (égale à celle utilisée pour la production de chaleur) sur une longue période de temps *(Blaxter K. L., 1989a)*.

Besoin en un nutriment : Quantité d'un nutriment devant être fournie à un animal pour satisfaire ses besoins métaboliques. Il correspond au niveau minimal ingéré moyen d'un nutriment, suffisant pour maintenir dans la durée les fonctions biochimiques ou physiologiques souhaitées d'une population *(Food and Nutrition Board 1994)*.

Biodisponibilité : Taux auquel un nutriment est absorbé et devient disponible sur son site d'action dans l'organisme *(Hoag SW, Hussain AS 2001)*.

D

Dérangement alimentaire : Réaction indésirable à la suite de comportements tels que gloutonnerie, pica ou ingestion de différentes substances indigestes ou de restes de poubelles *(Guilford WG 1994)*.

E

Énergie brute (EB) Energie totale dégagée par la combustion complète d'un aliment dans une bombe calorimétrique *(McDonald P et al. 2011b)*.

Énergie digestible (ED) Énergie brute de l'aliment minorée de l'énergie brute des matières fécales résultant de la consommation de l'aliment concerné (*McDonald P et al. 2011a)*.

Énergie métabolisable (EM) Energie digestible minorée de l'énergie perdue dans les urines et les gaz combustibles *(McDonald P et al. 2011c)*.

Extrusion Procédé technologique par lequel des aliments sont transformés dans un tube sous l'action combinée de conditions d'humidité, pression, chaleur et cisaillement mécanique, et d'utilisation répandue en production d'aliment sec pour animaux familiers *(Adapté de: Hauck B et al., 1994)*.

M

Matière Sèche (MS): Résidu après dessication.

Maximum nutritionnel : Teneur maximale d'un nutriment dans un aliment complet pour animaux familiers qui, sur la base des données scientifiques, n'a été associée à aucun effet nocif sur les chats et chiens en bonne santé. Des teneurs excédant le maximum nutritionnel ne sont pas pour autant nocives, mais sans preuve scientifique à la connaissance de la FEDIAF.

N

Niveau minimum recommandé Voir définition d'Apport recommandé.

NRC National Research Council (USA) est un Conseil organisé par l'Académie des Sciences des USA (US National Academy of Sciences). Le comité du NRC responsable de la nutrition des chiens et des chats a rédigé la synthèse des « Besoins nutritionnels des chiens et des chats 2006 ». (NRC 2006)

R

Ration journalière Quantité totale d'aliments, rapportée à une teneur en humidité de 12 %, nécessaire en moyenne par jour à un animal d'une espèce, catégorie d'âge et rendement déterminés, pour satisfaire l'ensemble de ses besoins (*Réglementation (EU) n° 1831/2003)*.

Cette définition légale désigne aussi la quantité totale moyenne d'un aliment spécifique nécessaire chaque jour à un animal familier d'une espèce, catégorie d'âge et mode de vie ou niveau d'activité donnés, pour satisfaire tous ses besoins en énergie et en nutriments.

Réaction pharmacologique Réaction d'intolérance à un aliment résultant d'une substance chimique, issue d'un produit naturel ou ajoutée, et produisant un effet de type médicamenteux ou pharmacologique sur l'animal ; par exemple réaction aux méthyl-xanthines du chocolat ou réaction pseudo-allergique causée par une teneur élevée en histamine dans un poisson mal conservé de la famille des Scombridés tel que le thon (*Guilford WG, 1994; Halliwell REW, 1992)*.

S

Sécurité d'un aliment : c'est la garantie qu'une fois consommé conformément à l'usage prévu, l'aliment n'aura aucun effet nocif sur l'animal familier *(EN ISO 22000:2005)*.

T

Taux métabolique de base (TMB) Énergie nécessaire pour maintenir l'homéostasie chez un animal dans un état post-prandial (idéalement après un jeûne nocturne), lorsque celui-ci est couché, mais éveillé et dans un environnement thermiquement neutre auquel il a été acclimaté *(Blaxter KL, 1989b)*.

2. Introduction

La FEDIAF représente les associations nationales de l'industrie des aliments pour animaux familiers de l'Union européenne et de Bosnie-Herzégovine, de Norvège, de Russie, de Serbie et de Suisse, investies dans la promotion des visions et de l'intérêt d'environ 650 usines de production d'aliments pour animaux familiers à travers l'Europe (95% de cette industrie).

Un des principaux objectifs de la FEDIAF consiste à garantir le bien-être des animaux de compagnie en fournissant des aliments équilibrés et nutritionnellement sains via ses sociétés membres. Pour cela, la FEDIAF a compilé le présent **« Guide Nutritionnel pour les aliments complets et complémentaires destinés aux chiens et aux chats »,** qui repose sur l'état actuel des connaissances en matière de nutrition des chiens et chats, fournissant aux fabricants d'aliments pour animaux familiers des recommandations nutritionnelles pour assurer la production d'aliments équilibrés et nutritionnellement sains.

Ce document est révisé chaque année et mis à jour à chaque nouvelle évolution pertinente, qu'elle soit technologique, scientifique ou législative dans le domaine de la nutrition des animaux familiers.

2.1. OBJECTIFS

Les objectifs du Guide Nutritionnel de la FEDIAF pour les aliments complets et complémentaires destinés aux chiens et aux chats sont les suivants :

a. Contribuer à la production d'aliments pour animaux familiers nutritionnellement équilibrés, tout en respectant la législation européenne appropriée en alimentation animale. Pour atteindre cet objectif, ce Guide Nutritionnel intègre les dernières connaissances scientifiques en nutrition des chiens et chats afin de :

   - Fournir des recommandations nutritionnelles pratiques aux fabricants d'aliments pour animaux familiers lorsqu'ils formulent leurs produits pour l'entretien des animaux adultes, la croissance et la reproduction ;

   - Aider les fabricants d'aliments pour animaux familiers à évaluer la valeur nutritionnelle d'aliments usuels destinés à des animaux en bonne santé ;

b. Être le document de référence sur la nutrition des animaux familiers en Europe pour les administrations européennes et locales, les associations de consommateurs, les professionnels et les consommateurs.

c. Améliorer la coopération entre les fabricants d'aliments pour animaux familiers, les professionnels des soins pour animaux familiers et les autorités compétentes en fournissant des informations scientifiques sérieuses sur la formulation et l'évaluation des aliments pour animaux familiers.

d. Etre un complément au Guide FEDIAF de Bonnes Pratiques de Fabrication d'Aliments pour Animaux Familiers et au Code FEDIAF de Bonnes Pratiques en matière d'Etiquetage pour les Aliments pour Animaux Familiers.

2.2. DOMAINE D'APPLICATION

Le Guide Nutritionnel de la FEDIAF fournit :

a. Des recommandations de niveaux nutritionnels minimaux et maximaux dans les aliments du commerce pour chiens et chats en bonne santé afin de leur assurer une nutrition adaptée et sûre ;

b. Des conseils pour l'évaluation de la valeur nutritionnelle des aliments pour animaux familiers ;

c. Des recommandations pour la consommation d'énergie ;

d. Des annexes avec des conseils sur des sujets particuliers :

- Les niveaux proposés dans ce guide correspondent aux quantités de nutriments essentiels dans les produits du commerce, nécessaires pour garantir une nutrition adaptée et sûre dans la durée, aux animaux en bonne santé.
- Les niveaux minimaux recommandés incluent une marge de sécurité pour prévenir les carences du fait de variations entre individus et du fait des interactions entre nutriments.
- Ce Guide concerne les aliments pour chiens et chats fabriqués à partir d'ingrédients de digestibilité normale (c.a.d. digestibilité de la MS ≥ 70 % ; digestibilité des protéines ≥ 80 %) et d'une biodisponibilité moyenne.
- Les niveaux nutritionnels maximaux recommandés sont basés sur les limites légales européennes (L) ou sur les niveaux considérés comme nutritionnellement sûrs (N) d'après les données de la recherche.
- Les niveaux maximaux recommandés en nutriments sont basés sur les limites européennes légales (L) ou sur des niveaux considérés comme nutritionnellement sains (N) issus des données scientifiques.
- Des aliments pour animaux familiers peuvent être adéquats et sûrs avec des niveaux nutritionnels en dehors des recommandations de ce Guide, s'ils se basent sur des preuves valides d'adéquation nutritionnelle et de sécurité fournies par le fabricant.

Sont exclus du Guide Nutritionnel de la FEDIAF les aliments pour animaux familiers réservés à des objectifs nutritionnels particuliers ainsi que certains autres aliments spécialisés, comme ceux destinés aux chiens sportifs, etc. C'est pourquoi des produits spécifiques peuvent avoir des niveaux nutritionnels différents de ceux indiqués dans ce Guide.

3. Aliments Complets pour Animaux Familiers

3.1. NOTICE DE LECTURE

Aliment complet pour animaux familiers signifie aliment qui, en raison de sa composition, suffit à assurer une ration journalière (d'après le règlement EU No. 767/2009). Lorsqu'un aliment complet pour animaux familiers est donné pendant une période prolongée (c.-à-d. pendant tout un stade de vie) comme seule source de nutriments, il couvrira tous les besoins nutritionnels des animaux pour l'espèce et l'état physiologique donnés pour lesquels il est prévu.

Si un fabricant étiquette un produit comme aliment complet pour animaux familiers sans spécifier de stade de vie particulier, cet aliment est supposé être complet pour tous les stades de vie et est censé être formulé conformément aux niveaux recommandés pour le début de la croissance et la reproduction. Si le produit est conçu pour un stade de vie particulier, l'étiquette doit l'indiquer clairement. Par exemple, « Bloggo » est un aliment complet pour chats reproducteurs, ou « Bloggo » est un aliment complet pour chiots en croissance.

Avant toute mise sur le marché d'un aliment complet pour animaux familiers, la FEDIAF recommande à tout membre de toute Association Nationale les points suivants :

a. L'aliment doit être formulé en tenant compte des connaissances nutritionnelles actuelles et en utilisant les données compilées dans ce guide.

b. Si certains niveaux nutritionnels sont en dehors des valeurs indiquées dans ce Guide, les fabricants doivent pouvoir prouver que le produit fournit des apports adéquats et sûrs de tous les nutriments requis.

c. Chaque aliment doit être validé par analyse chimique du produit fini. Il est recommandé d'utiliser une méthode officiellement reconnue (chapitre 5).

3.1.1. Niveaux nutritionnels minimaux recommandés dans les aliments pour chiens et chats

Les besoins nutritionnels des chiens et des chats font l'objet d'une recherche continuelle. Lors de la formulation d'aliments pour animaux familiers, les fabricants ne devraient pas se référer à des besoins minimaux, mais à des niveaux minimaux recommandés garantissant un niveau de nutriment consommé adéquat tel qu'indiqué dans ce Guide.

Les tableaux nutritionnels sont renseignés en « unités/100 g MS » (tableaux III-3a & III-4a), « unités/1000 kcal EM » (tableaux III-3b & III-4b) et « unités/MJ EM » (tableaux III-3c & III-4c).

3.1.2.Teneurs en énergie des aliments pour animaux familiers

Les tests d'alimentation sont le moyen le plus précis pour mesurer la densité énergétique d'un aliment pour chien ou chat (voir au chapitre 6. Les différentes méthodes).

Un test d'alimentation mesure normalement l'énergie digestible. En soustrayant l'énergie perdue dans l'urine (énergie brute urinaire), ces mêmes tests permettent également de déterminer l'énergie métabolisable. L'énergie perdue dans l'urine peut

être, soit mesurée si l'urine est collectée, soit calculée en utilisant les facteurs de correction suivants : 1,25 kcal (5,23 kJ) g^{-1} de protéines brutes digestibles pour les chiens et 0,86 kcal (3,60 kJ) g^{-1} de protéines brutes digestibles pour les chats (chapitre 6.).

A titre alternatif, les formules données en Annexe 7.2 peuvent également être utilisées par les fabricants pour calculer la valeur énergétique des aliments usuels.

En complément, une revue bibliographique sur le calcul des besoins énergétiques des chiens et des chats en relation avec leur poids, leur état physiologique et des activités spécifiques, est présentée en Annexe 7.2.

3.1.3. Niveaux maximaux de certaines substances dans les aliments pour chiens et chats

Pour certains nutriments, la FEDIAF a défini un maximum nutritionnel dans ce Guide. Il s'agit du niveau maximal de nutriment dans un aliment complet qui, selon les données scientifiques, n'a pas été associé à des effets indésirables sur les chats et chiens en bonne santé. Il est possible que des niveaux excédant le maximum nutritionnel soient sains, mais la FEDIAF n'a connaissance actuellement d'aucune donnée scientifique.

En attendant que des données scientifiques supplémentaires soient disponibles, la FEDIAF recommande que les aliments pour animaux familiers commercialisés ne dépassent pas ces maxima nutritionnels.

De plus, des niveaux maximaux autorisés ont été définis par le législateur pour plusieurs nutriments dans le cas où ils sont ajoutés sous forme d'un additif nutritionnel (par ex. oligoéléments & vitamine D). Ils sont inscrits dans le Registre Communautaire des Additifs de l'Alimentation animale conformément à la réglementation 1831/2003/CE du Parlement et du Conseil, relative aux additifs en alimentation animale. Les niveaux maximaux légaux s'appliquent à tous les stades de vie (réglementation EU 1831/2003 conjointement au registre EU des additifs en alimentation animale). Un maximum légal s'applique uniquement lorsque l'oligoélément ou la vitamine en question est ajouté à la formule sous forme d'additif, mais il concerne la quantité « totale » présente dans le produit fini [quantité provenant de l'additif + quantité dans les matières premières (ingrédients)]. Si le nutriment provient exclusivement des matières premières, le maximum légal ne s'applique pas, mais c'est alors le maximum nutritionnel, lorsqu'il est présent dans les tableaux concernés, qui devrait être pris en compte.

Les deux groupes de valeurs maximales sont présentés dans les tableaux FEDIAF III-3a-b-c et III-4a-b-c et les tableaux VII-17a-b-c-d and VII18a-b-c. Les limites légales EU sont présentées uniquement rapportées à la matière sèche pour être en conformité avec le règlement 1831/2003/EC.

Une liste non exhaustive de méthodes analytiques scientifiquement reconnues qui sont utilisables pour déterminer les niveaux nutritionnels dans les aliments pour animaux familiers, est disponible au chapitre 5.

3.1.4. Validation du produit

Avant de mettre un produit sur le marché, il convient de le soumettre aux procédures nécessaires pour s'assurer qu'il convient à l'utilisation prévue.

Les nutriments suivants doivent être pris en considération pour évaluer l'adéquation nutritionnelle

Tableau III-1. Nutriments

Nutriments majeurs	Protéine		
	Matière grasse		
Acides gras	Acide Linoléique	Acide Arachidonique (chats)	
	Acide alpha-linolénique	Acide Eicosapentaénoïque	
		Acide Docosahexaénoïque	
Acides aminés	Arginine	Histidine	Isoleucine
	Cystine	Tyrosine	Lysine
	Phénylalanine	Thréonine	Tryptophane
	Leucine	Méthionine	Valine
Minéraux	Calcium	Phosphore	Potassium
	Sodium	Cuivre	Fer
	Chlorure	Magnésium	Iode
	Manganèse	Zinc	Sélénium
Vitamines	Vitamine A	Vitamine D	Vitamine E
	Vitamine B1 (Thiamine)*	Vitamine B2 (Riboflavine)*	Vitamine B5 (Acide
	Vitamine B3 (Niacine)*	Vitamine B6 (Pyridoxine)*	Vitamine B7 (Biotine)*
	Vitamine B12 (Cobalamine)*	Vitamine B9 (Acide folique)*	Vitamine K
Substances analogues aux vitamines	Taurine (**chats**)	Choline	
Remarques	Voir la section sur les méthodes analytiques pp.34 pour connaître la méthode appropriée et obtenir d'autres informations.		
	L'analyse classique pour le calcul de l'énergie comprend l'humidité, les protéines brutes, les matières grasses brutes, les cendres brutes, la cellulose brute (méthode de Weende).		

3.1.5. Analyses de suivi

Lorsqu'un produit a été validé et que la formule demeure quasiment inchangée, des analyses de suivi sont recommandées pour s'assurer que le produit répond toujours aux normes nutritionnelles appropriées. Des écarts peuvent survenir en raison des fluctuations des matières premières.

La fréquence de ces vérifications est de la responsabilité du fabricant.

Si le fabricant modifie de façon importante la formule ou le processus de fabrication, une nouvelle caractérisation analytique complète est recommandée.

3.1.6. Mode d'emploi/instructions d'alimentation

Il incombe au fabricant de fournir, dans le cadre de la déclaration légale, des instructions pour une utilisation correcte de l'aliment en indiquant ce pour quoi il est prévu. Les instructions d'alimentation doivent être claires et complètes, et donner des indications sur les quantités journalières à distribuer.

Ces instructions peuvent aussi apporter des informations sur la fréquence des repas, la nécessité

de laisser de l'eau à disposition, et l'éventuelle nécessité d'adapter les quantités en fonction de l'activité. L'annexe 7.2 peut être utilisée comme base pour le calcul des quantités d'aliment à donner.

3.2. TABLEAUX DE RECOMMANDATIONS EN NUTRIMENTS

3.2.1. Comment lire les tableaux

Les valeurs minimales recommandées se basent sur un apport énergétique journalier moyen pour les chiens, de 95kcal/kgPV^{0,75} (398 kJ/kgPV$^{0.75}$) ou de 110kcal/kgPV^{0,75} (460 kJ/kgPV$^{0.75}$), et pour les chats, de 75kcal/kgPV^{0,67} (314 kJ/kgPV$^{0.67}$) ou 100kcal/kgPV^{0,67} (418 kJ/kgPV$^{0.67}$).

Les niveaux maximaux en nutriments sont présentés dans une colonne distincte à droite et repérés par un (N) pour le maximum nutritionnel et par un (L) pour le maximum légal. Les maxima légaux dans la législation de l'UE sont exprimés pour un aliment à 12% d'humidité sans tenir compte de la densité énergétique. Par conséquent, dans le présent guide, ils sont uniquement indiqués rapportés à la matière sèche.

En ce qui concerne les aliments du commerce pour chiens et chats, il est recommandé que les teneurs en nutriments soient égales ou supérieures aux niveaux indiqués dans les tableaux et ne dépassent pas le maximum nutritionnel ou légal. Si la digestibilité des protéines ≥ 80 % (mentionnée dans 2.2. Domaine de validité) ne peut être garantie, il est recommandé de majorer les teneurs en acides aminés essentiels d'au moins 10 %.

L'astérisque (*) indique que d'autres informations figurent dans la partie justification qui suit les tableaux de recommandations.

Les tableaux fournissent les recommandations d'apports en nutriments en « unités/100 g de matière sèche (MS) », « unités/1000 kcal d'énergie métabolisable (EM) » et « unités/MJ EM ».

Des recommandations spécifiques sur les apports nutritionnels pendant la reproduction ne sont disponibles que pour quelques nutriments seulement. Par conséquent, jusqu'à ce que davantage de données soient disponibles, les recommandations des tableaux regroupent début de croissance et reproduction pour les chiens, et croissance et reproduction pour les chats. Là où des différences sont clairement établies entre ces deux stades de vie, les deux valeurs sont indiquées.

Elles sont mentionnées comme suit : **valeur pour la croissance/valeur pour la reproduction**.

Tableau III-2. Facteurs de conversion

Unités/100g MS	x 2,5	=	unités/1000kcal
Unités/100g MS	x 0,598	=	unités/MJ
Unités/1000kcal	x 0.4	=	unités/100g MS
Unités/1000kcal	x 0,239	=	unités/MJ
Unités/MJ	x 1,6736	=	unités/100g MS
Unités/MJ	x 4,184	=	unités/1000kcal

Ces conversions supposent une densité énergétique de 16,7 kJ (4,0 kcal) d'EM/g MS. Pour les aliments de densité énergétique autre, ces recommandations sont à corriger sur la base de la densité en énergie

Tableaux III-$3_{a,b,c}$. Niveaux en nutriments recommandés pour les aliments complets pour chiens

3_a	Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens : unité pour 100 g de matière sèche (MS)
3_b	Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens : unité pour 1 000 kcal d'énergie métabolisable (EM)
3_c	Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens : unité par MJ d'énergie métabolisable (EM)

Tableaux III-$4_{a,b,c}$. Niveaux en nutriments recommandés pour les aliments complets pour chats

4_a	Niveaux en nutriments recommandés pour les chats : unité pour 100 g de matière sèche (MS)
4_b	Niveaux en nutriments recommandés pour les chats : unité pour 1 000 kcal d'énergie métabolisable (EM)
4_c	Niveaux en nutriments recommandés pour les chats : unité par MJ d'énergie métabolisable (EM)

- Les niveaux en nutriments dans les tableaux sont les apports recommandés minimaux pour les aliments du commerce pour animaux familiers, mais ne sont ni les besoins **minimaux** ni les niveaux d'apport optimaux.
- La colonne de droite indique la valeur maximale recommandée.
- Le maximum légal (L) est obligatoire et s'applique toujours à tous les stades de vie.
- Le maximum nutritionnel (N) est le niveau le plus élevé qui ne soit pas supposé avoir d'effet nocif. A moins d'indiquer un stade de vie, il s'applique à tous les stades de vie.
- Les valeurs pour les adultes chiens et chats figurant dans les tableaux sont calculées sur la base des recommandations du NRC (2006) dans l'hypothèse d'un chien adulte de taille moyenne svelte de 15kg et d'un chat adulte de taille moyenne svelte de 4kg, en incluant une correction dans le cas de la consommation d'énergie plus faible.
- Lorsqu'un nutriment est accompagné d'un astérisque (*), des informations supplémentaires et des références justificatives sont disponibles au chapitre 3. 3.1 et 3.3.2
- Les notes de pied de page de a à f sont regroupées au bas du tableau III-4c.

3.2.2. Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens

TABLEAU III-3$_a$. Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens - Unité pour 100 g de matière sèche (MS)

Nutriment	UNITÉ	Minimum Recommandé				Maximum
		Adulte sur la base d'un BEE de		Croissance 1er âge (<14 semaines) & Reproduction	Croissance 2ème âge (≥14 semaines)	(L) = légal (UE) (N) = nutritionnel
		95 kcal/kg$^{0.75}$	110 kcal/kg$^{0.75}$			
Protéines*	g	21,00	18,00	25,00	20,00	-
Arginine*	g	0,60	0,52	0,82	0,74	-
Histidine	g	0,27	0,23	0,39	0,25	-
Isoleucine	g	0,53	0,46	0,65	0,50	-
Leucine	g	0,95	0,82	1,29	0,80	-
Lysine*	g	0,46	0,42	0,88	0,70	Croissance : 2,80 (N)
Méthionine*	g	0,46	0,40	0,35	0,26	-
Méthionine +cystine*	g	0,88	0,76	0,70	0,53	-
Phénylalanine	g	0,63	0,54	0,65	0,50	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	1,03	0,89	1,30	1,00	-
Thréonine	g	0,60	0,52	0,81	0,64	-
Tryptophane	g	0,20	0,17	0,23	0,21	-
Valine	g	0,68	0,59	0,68	0,56	-
Matières grasses*	g	5,50	5,50	8,50	8,50	-
Acide linoléique (ω-6) *	g	1,53	1,32	1,30	1,30	Croissance 1er âge : 6,50 (N)
Acide arachidonique (ω-6) *	mg	-	-	30,0	30,0	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	0,08	0,08	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	0,05	0,05	-
Minéraux						
Calcium*	g	0,58	0,50	1,00	0,80[a] 1,00[b]	Adulte : 2,50 (N) Croissance 1er âge : 1,60 (N) Croissance 2ème âge : 1,80 (N)
Phosphore	g	0,46	0,40	0,90	0,70	Adulte : 1,60 (N)
Rapport Ca / P		1/1				Adulte : 2/1 (N) Croissance 1er âge & reproduction : 1,6/1 (N) Croissance 2ème âge : 1,8/1[a] (N) ou 1,6/1[b] (N)
Potassium	g	0,58	0,50	0,44	0,44	-
Sodium*	g	0,12	0,10	0,22	0,22	[c]
Chlorure*	g	0,17	0,15	0,33	0,33	[c]
Magnésium	g	0,08	0,07	0,04	0,04	-
Oligoéléments*						
Cuivre*	mg	0,83	0,72	1,10	1,10	2,80 (L)
Iode*	mg	0,12	0,11	0,15	0,15	1,10 (L)
Fer*	mg	4,17	3,60	8,80	8,80	68,18 (L)
Manganèse	mg	0,67	0,58	0,56	0,56	17,00 (L)
Sélénium* (aliments humides)	µg	27.00	23.00	40,00	40,00	56,80 (L)[d]
Sélénium* (aliments secs)	µg	22.00	18.00	40.00	40.00	56.80 (L)[d]
Zinc*	mg	8,34	7,20	10,00	10,00	22,70 (L)
Vitamines						
Vitamine A*	UI	702,00	606,00	500,00	500,00	40 000 (N)
Vitamine D*	UI	63,90	55,20	55,20	50,00	227,00 (L) 320,00 (N)
Vitamine E*	UI	4,17	3,60	5,00	5,00	
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,25	0,21	0,18	0,18	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	0,69	0,60	0,42	0,42	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	1,64	1,42	1,20	1,20	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,17	0,15	0,12	0,12	-
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	3,87	3,35	2,80	2,80	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	1,89	1,64	1,36	1,36	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	29,90	25,80	21,60	21,60	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-
Choline	mg	189,00	164,00	170,00	170,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

TABLEAU III-3$_b$. Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens - Unité pour 1000kcal d'énergie métabolisable (EM)

Nutriment	UNITÉ	Minimum Recommandé				Maximum
		Adulte sur la base d'un BEE de		Croissance 1er âge (<14 semaines) & Reproduction	Croissance 2ème âge (≥14 semaines)	(L) = légal (UE) (exprimé uniquement sur la MS, voir tableau III-3a) (N) = nutritionnel
		95 kcal/kg$^{0.75}$	110 kcal/kg$^{0.75}$			
Protéines*	g	52,10	45,00	62,50	50,00	-
Arginine*	g	1,51	1,30	2,04	1,84	-
Histidine	g	0,67	0,58	0,98	0,63	-
Isoleucine	g	1,33	1,15	1,63	1,25	-
Leucine	g	2,37	2,05	3,23	2,00	-
Lysine*	g	1,22	1,05	2,20	1,75	Croissance: 7,00 (N)
Méthionine*	g	1,16	1,00	0,88	0,65	-
Méthionine +cystine*	g	2,21	1,91	1,75	1,33	-
Phénylalanine	g	1,56	1,35	1,63	1,25	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	2,58	2,23	3,25	2,50	-
Thréonine	g	1,51	1,30	2,03	1,60	-
Tryptophane	g	0,49	0,43	0,58	0,53	-
Valine	g	1,71	1,48	1,70	1,40	-
Matières grasses *	g	13,75	13,75	21,25	21,25	-
Acide linoléique (ω-6) *	g	3,82	3,27	3,25	3,25	Croissance 1er âge : 16,25 (N)
Acide arachidonique (ω-6) *	mg	-	-	75,00	75,00	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	0,20	0,20	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	0,13	0,13	-
Minéraux						
Calcium*	g	1,45	1,25	2,50	2,00[a] 2,50[b]	Adulte : 6,25 (N) Croissance 1er âge : 4,00 (N) Croissance 2ème âge : 4,50 (N)
Phosphore	g	1,16	1,00	2,25	1,75	Adulte : 4,00 (N)
Rapport Ca / P		1/1				Adulte : 2/1 (N) Croissance 1er âge & reproduction : 1,6/1 (N) Croissance 2ème âge : 1,8/1[a] (N) ou 1,6/1[b] (N)
Potassium	g	1,45	1,25	1,10	1,10	-
Sodium*	g	0,29	0,25	0,55	0,55	[c]
Chlorure	g	0,43	0,38	0,83	0,83	[c]
Magnésium	g	0,20	0,18	0,10	0,10	-
Oligoéléments*						
Cuivre*	mg	2,08	1,80	2,75	2,75	(L)
Iode*	mg	0,30	0,26	0,38	0,38	(L)
Fer*	mg	10,40	9,00	22,00	22,00	(L)
Manganèse	mg	1,67	1,44	1,40	1,40	(L)
Sélénium* (aliments humides)	µg	67,50	57,50	100,00	100,00	(L)
Sélénium* (aliments secs)	µg	55,00	45,00	100.00	100.00	(L)
Zinc*	mg	20,80	18,00	25,00	25,00	(L)
Vitamines						
Vitamine A*	UI	1754	1 515	1 250	1 250	100 000 (N)
Vitamine D*	UI	159,00	138,00	138,00	125,00	(L) 800,00 (N)
Vitamine E*	UI	10,40	9,00	12,50	12,50	
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,62	0,54	0,45	0,45	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	1,74	1,50	1,05	1,05	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	4,11	3,55	3,00	3,00	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,42	0,36	0,30	0,30	-
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	9,68	8,36	7,00	7,00	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	4,74	4,09	3,40	3,40	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	74,70	64,50	54,00	54,00	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-
Choline	mg	474,00	409,00	425,00	425,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

TABLEAU III-3$_c$. Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens - Unité par MJ d'énergie métabolisable (EM)

Nutriment	UNITÉ	Minimum Recommandé				Maximum
		Adulte-sur la base d'un BEE de		Croissance 1er âge (<14 semaines) & Reproduction	Croissance 2ème âge (≥14 semaines)	(L) = légal (UE) (exprimé uniquement sur la MS, voir tableau III-3a) (N) = nutritionnel
		95 kcal/kg$^{0.75}$	110 kcal/kg$^{0.75}$			
Protéines*	g	12,50	10,80	14,94	11,95	-
Arginine*	g	0,36	0,31	0,49	0,44	-
Histidine	g	0,16	0,14	0,23	0,15	-
Isoleucine	g	0,32	0,27	0,39	0,30	-
Leucine	g	0,57	0,49	0,77	0,48	-
Lysine*	g	0,29	0,25	0,53	0,42	Croissance: 1.67 (N)
Méthionine*	g	0,28	0,24	0,21	0,16	-
Méthionine +cystine*	g	0,53	0,46	0,42	0,32	-
Phénylalanine	g	0,37	0,32	0,39	0,30	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	0,62	0,53	0,78	0,60	-
Thréonine	g	0,36	0,31	0,48	0,38	-
Tryptophane	g	0,12	0,10	0,14	0,13	-
Valine	g	0,41	0,35	0,41	0,33	-
Matières grasses *	g	3,29	3,29	5,08	5,08	-
Acide linoléique (ω-6) *	g	0,91	0,79	0,78	0,78	Croissance 1er âge : 3.88 (N)
Acide arachidonique (ω-6) *	mg	-	-	17,90	17,90	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	0,05	0,05	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	0,03	0,03	-
Minéraux						
Calcium*	g	0,35	0,30	0,60	0,48[a] 0,60[b]	Adulte : 1.49 (N) Croissance 1er âge : 0.96 (N) Croissance 2ème âge : 1.08 (N)
Phosphore	g	0,28	0,24	0,54	0,42	Adulte: 0.96 (N)
Rapport Ca / P		1/1				Adulte : 2/1 (N) Croissance 1er âge & reproduction : 1,6/1 (N) Croissance 2ème âge : 1,8/1[a] (N) ou 1,6/1[b]
Potassium	g	0,35	0,30	0,26	0,26	-
Sodium*	g	0,07	0,06	0,13	0,13	[c]
Chlorure	g	0,10	0,09	0,20	0,20	[c]
Magnésium	g	0,05	0,04	0,02	0,02	-
Oligoéléments*						
Cuivre*	mg	0,50	0,43	0,66	0,66	(L)
Iode*	mg	0,07	0,06	0,09	0,09	(L)
Fer*	mg	2,49	2,15	5,26	5,26	(L)
Manganèse	mg	0,40	0,34	0,33	0,33	(L)
Sélénium* (aliments humides)	µg	16,10	13,70	23,90	23,90	(L)
Sélénium* (aliments secs)	µg	13,10	10,80	23,90	23,90	(L)
Zinc*	mg	4,98	4,30	5,98	5,98	(L)
Vitamines						
Vitamine A*	UI	419,00	362,00	299,00	299,00	23 900 (N)
Vitamine D*	UI	38,20	33,00	33,00	29,90	(L) 191,00 (N)
Vitamine E*	UI	2,49	2,20	3,00	3,00	
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,15	0,13	0,11	0,11	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	0,42	0,36	0,25	0,25	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	0,98	0,85	0,72	0,72	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,10	0,09	0,07	0,07	-
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	2,31	2,00	1,67	1,67	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	1,13	0,98	0,81	0,81	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	17,90	15,40	12,90	12,90	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-
Choline	mg	113,00	97,80	102,00	102,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

3.2.3. Niveaux en nutriments recommandés pour les chats

TABLEAU III-4$_a$. Niveaux en nutriments recommandés pour les chats - Unité pour 100 g de matière sèche (MS)

Nutriment	UNITÉ	Minimum Recommandé			Maximum
		Adulte sur la base d'un BEE de		Croissance / Reproduction	(L) = légal (EU) (N) = nutritionnel
		75 kcal/kg$^{0.67}$	100 kcal/kg$^{0.67}$		
Protéines*	g	33,30	25,00	28,00/30,00	-
Arginine*	g	1,30	1,00	1,07/1,11	Croissance: 3,50 (N)
Histidine	g	0,35	0,26	0,33	-
Isoleucine	g	0,57	0,43	0,54	
Leucine	g	1,36	1,02	1,28	
Lysine*	g	0,45	0,34	0,85	
Méthionine*	g	0,23	0,17	0,44	Croissance: 1,30 (N)
Méthionine +cystine*	g	0,45	0,34	0,88	
Phénylalanine	g	0,53	0,40	0,50	
Phénylalanine + tyrosine*	g	2,04	1,53	1,91	
Thréonine	g	0,69	0,52	0,65	
Tryptophane*	g	0,17	0,13	0,16	Croissance: 1,70 (N)
Valine	g	0,68	0,51	0,64	
Taurine (aliments en conserve)*	g	0,27	0,20	0,25	
Taurine (aliments secs)*	g	0,13	0,10	0,10	
Matières Grasses*	g	9,00	9,00	9,00	
Acide linoléique (ω-6)	g	0,67	0,50	0,55	
Acide arachidonique (ω-6)	mg	8,00	6,00	20,00	
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	0,02	
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	0,01	
Minéraux					
Calcium*	g	0,53 g	0,40 g	1,00 g	
Phosphore*	g	0,35 g	0,26 g	0,84 g	f
Rapport Ca / P		1/1			Croissance: 1,5/1 (N) Adulte: 2/1 (N)
Potassium	g	0,80	0,60	0,60	
Sodium*	g	0,10	0,08	0,16	e
Chlorure	g	0,15	0,11	0,24	
Magnésium*	g	0,05	0,04	0,05	
Oligoéléments*					
Cuivre*	mg	0,67	0,50	1,00	2,80 (L)
Iode*	mg	0,17	0,13	0,18	1,10 (L)
Fer*	mg	10,70	8,00	8,00	68,18(L)
Manganèse	mg	0,67	0,50	1,00	17,00 (L)
Sélénium (aliments humides)	µg	35,00	26,00	30,00	56,80 (L)[d]
Sélénium (aliments secs)	µg	28,00	21,00	30,00	56,80 (L)[d]
Zinc	mg	10,00	7,50	7,50	22,70 (L)
Vitamines					
Vitamine A*	UI	444,00	333,00	900,00	Adulte & croissance: 40 000 (N) Reproduction: 33 333 (N)
Vitamine D*	UI	33,30	25,00	28,00	227(L) 3 000(N)
Vitamine E*	UI	5,07	3,80	3,80	
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,59	0,44	0,55	
Vitamine B2 (Riboflavine)	mg	0,42	0,32	0,32	
Vitamine B5 (Acide pantothénique)	mg	0,77	0,58	0,57	
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,33	0,25	0,25	
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	2,35	1,76	1,80	
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	4,21	3,20	3,20	
Vitamine B9(Acide folique)*	µg	101,00	75,00	75,00	
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	8,00	6,00	7,00	
Choline	mg	320,00	240,00	240,00	
Vitamine K*	µg	-	-	-	

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

TABLEAU III-4$_b$. Niveaux en nutriments recommandés pour les chats - Unité pour 1000kcal d'énergie métabolisable (EM)

Nutriment	UNITÉ	Minimum Recommandé			Maximum
		Adulte sur la base d'un BEE de		Croissance / Reproduction	(L) = légal (EU) (exprimé uniquement sur la MS, voir tableau III-4a) (N) = nutritionnel
		75 kcal/kg$^{0.67}$	100 kcal/kg$^{0.67}$		
Protéines*	g	83,30	62,50	70,00/75,00	-
Arginine*	g	3,30	2,50	2,68/2,78	Croissance: 8,75 (N)
Histidine	g	0,87	0,65	0,83	-
Isoleucine	g	1,44	1,08	1,35	
Leucine	g	3,40	2,55	3,20	
Lysine*	g	1,13	0,85	2,13	
Méthionine*	g	0,57	0,43	1,10	Croissance: 3,25 (N)
Méthionine +cystine*	g	1,13	0,85	2,20	
Phénylalanine	g	1,33	1,00	1,25	
Phénylalanine + tyrosine*	g	5,11	3,83	4,78	
Thréonine	g	1,73	1,30	1,63	
Tryptophane*	g	0,44	0,33	0,40	Croissance: 4.25 (N)
Valine	g	1,70	1,28	1,60	
Taurine (aliments en conserve)*	g	0,67	0,50	0,63	
Taurine (aliments secs)*	g	0,33	0,25	0,25	
Matières Grasses*	g	22,50	22,50	22,50	
Acide linoléique (ω-6)	g	1,67	1,25	1,38	
Acide arachidonique (ω-6)	mg	20,00	15,00	50,00	
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	0,05	
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	0,03	
Minéraux					
Calcium*	g	1,33 g	1,00 g	2,50 g	
Phosphore*	g	0,85 g	0,64 g	2,10 g	f
Rapport Ca / P		1/1			Croissance: 1,5/1 (N) Adulte : 2/1 (N)
Potassium	g	2,00	1,50	1,50	
Sodium*	g	0,25	0,19	0,40	e
Chlorure	g	0,39	0,29	0,60	
Magnésium*	g	0,13	0,10	0,13	
Oligoéléments*					
Cuivre*	mg	1,67	1,25	2,50	(L)
Iode*	mg	0,43	0,33	0,45	(L)
Fer*	mg	26,70	20,00	20,00	(L)
Manganèse	mg	1,67	1,25	2,50	(L)
Sélénium (aliments humides)	µg	87,50	65,00	75,00	(L)
Sélénium (aliments secs)	µg	70,00	52,50	75,00	(L)
Zinc	mg	25,00	18,80	18,80	(L)
Vitamines					
Vitamine A*	UI	1110	833,00	2250	Adulte & Croissance: 100 000 (N) Reproduction: 83 325 (N)
Vitamine D*	UI	83,30	62,50	70,00	(L) 7500(N)
Vitamine E*	UI	12,70	9,50	9,50	
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	1,47	1,10	1,40	
Vitamine B2 (Riboflavine)	mg	1,05	0,80	0,80	
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	1,92	1,44	1,43	
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,83	0,63	0,63	
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	5,87	4,40	4,50	
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	10,50	8,00	8,00	
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	253,00	188,00	188,00	
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	20,00	15,00	17,50	
Choline	mg	800,00	600,00	600,00	
Vitamine K*	µg	-	-	-	

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

TABLEAU III-4$_c$. Niveaux en nutriments recommandés pour les chats - Unité par MJ d'énergie métabolisable (EM)

Nutriment	UNITÉ	Minimum Recommandé			Maximum
		Adulte sur la base d'un BEE de		Croissance &/Reproduction	(L) = légal (UE) (exprimé uniquement sur la MS, voir tableau III-4a) (N) = nutritionnel
		75 kcal/kg$^{0.67}$	100 kcal/kg$^{0.67}$		
Protéines*	g	19,92	14,94	16,73 /17,93	-
Arginine*	g	0,80	0,60	0,64/1,00	Croissance: 2,09 (N)
Histidine	g	0,21	0,16	0,20	-
Isoleucine	g	0,35	0,26	0,32	
Leucine	g	0,81	0,61	0,76	
Lysine*	g	0,27	0,20	0,51	
Méthionine*	g	0,14	0,10	0,26	Croissance: 0,78 (N)
Méthionine +cystine*	g	0,27	0,20	0,53	
Phénylalanine	g	0,32	0,24	0,30	
Phénylalanine + tyrosine*	g	1,23	0,92	1,14	
Thréonine	g	0,41	0,31	0,39	
Tryptophane*	g	0,11	0,08	0,10	Croissance: 1,02 (N)
Valine	g	0,41	0,31	0,38	
Taurine (aliments en conserve)*	g	0,16	0,12	0,15	
Taurine (aliments secs)*	g	0,08	0,06	0,06	
Matières Grasses*	g	5,38	5,38	5,38	
Acide linoléique (ω-6)	g	0,40	0,30	0,33	
Acide arachidonique (ω-6)	mg	4,78	3,59	11,95	
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	0,01	
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	0,01	
Minéraux					
Calcium*	g	0,432 g	0,24 g	0,60 g	
Phosphore*	g	0,20 g	0,15 g	0,50 g	f
Rapport Ca / P		1/1			Croissance: 1,5/1 (N) Adulte: 2/1 (N)
Potassium	g	0,48	0,36	0,36	
Sodium*	g	0,06	0,05	0,10	e
Chlorure	g	0,09	0,07	0,14	
Magnésium*	g	0,03	0,02	0,03	
Oligoéléments*					
Cuivre*	mg	0,40	0,30	0,60	(L)
Iode*	mg	0,10	0,08	0,11	(L)
Fer*	mg	6,37	4,78	4,78	(L)
Manganèse	mg	0,40	0,30	0,60	(L)
Sélénium (aliments humides)	µg	16,10	15,50	17,90	(L)
Sélénium (aliments secs)	µg	13,10	12,50	17,90	(L)
Zinc	mg	5,98	4,48	4,48	(L)
Vitamines					
Vitamine A*	UI	265,00	199,00	538,00	Adulte & croissance: 23 901 (N) Reproduction: 19 917 (N)
Vitamine D*	UI	19,90	14,90	16,70	(L) 1 793 (N)
Vitamine E*	UI	3,03	2,30	2,30	
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,35	0,26	0,33	
Vitamine B2 (Riboflavine)	mg	0,25	0,19	0,24	
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	0,46	0,34	0,34	
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,20	0,15	0,15	
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	1,40	1,05	1,08	
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	2,52	1,91	1,91	
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	60,50	44,90	44,90	
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	4,78	3,59	4,18	
Choline	mg	191,00	143,00	143,00	
Vitamine K*	µg	-	-	-	

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Notes de bas de tableaux

a. Pour les chiots issus de races dont le poids optimal à l'âge adulte est inférieur ou égal à 15kg, durant tout le 2ème âge (≥14 semaines).

b. Pour les chiots issus de races dont le poids optimal à l'âge adulte est supérieur à 15kg, jusqu'à l'âge d'environ 6 mois. Uniquement après cette période, le calcium peut être réduit à 0,8% de la MS (2g/1000kcal EM ou 0,48g/MJ EM) et le ratio Calcium/phosphore peut monter jusqu'à 1,8/1.

c. Les données scientifiques montrent que les taux de sodium jusqu'à 1,5% MS (3.75 g/1000 kcal EM ou 0.89 g/MJ EM) et les taux de chlorure jusqu'à 2,35% MS (5.87 g/1000 kcal EM ou 1.40 g/MJ EM), sont sans danger pour des chiens en bonne santé. Des taux supérieurs peuvent également être sans danger, mais aucune donnée scientifique n'est disponible.

d. Pour le sélénium organique, une supplémentation maximale de 22,73 µg Se organique/100g MS s'applique (soit 0,20mg Se organique/kg d'aliment complet à 12% d'humidité).

e. Les données scientifiques montrent que les taux de sodium jusqu'à 1.5% MS (3.75 g/1000 kcal EM ou 0.89 g/MJ EM) sont sans danger pour des chats en bonne santé. Des taux supérieurs peuvent également être sans danger, mais aucune donnée scientifique n'est disponible.

f. Une consommation élevée de composés à base de phosphore inorganique (tel que NaH2PO4) peut altérer les indicateurs du fonctionnement rénal chez le chat *(Alexander et al. 2018, Dobenecker et al. 2018a, Dobenecker et al. 2019).* Des recherches complémentaires sont nécessaires pour clarifier le risque potentiel.

g. La biodisponibilité des minéraux doit être soigneusement prise en compte dans les formules quand la concentration de ces nutriments est proche des quantités recommandées. Par exemple, dans les régimes à haute teneur en fibres et dans les formules où des matières premières végétales riches en phytate sont utilisées comme source principale de phosphore.

3.3. JUSTIFICATION DES TABLEAUX DE RECOMMANDATIONS EN NUTRIMENTS

La section suivante fournit des justifications et des explications sur les apports recommandés (AR) (recommandations en nutriments) pour chiens et chats indiqués dans les tableaux précédents. Ces recommandations reposent sur des publications scientifiques et la compilation du NRC (NRC 2006).

3.3.1. Justification des recommandations en nutriments pour chiens

GENERALITES

Acides aminés, oligoéléments, vitamines (Chiens adultes) Sauf si indicées par « * » et justifiées ci-après, les valeurs recommandées pour chiens adultes sont les niveaux recommandés par le NRC 2006 majorés de 20 % pour compenser le moindre besoin énergétique des chiens d'intérieur (voir Annexe 7.2.) par comparaison à l'hypothèse d'ingéré énergétique du NRC.

PROTEINES

Protéine totale

Protéine totale (Chiens adultes) L'AR du NRC *(2006d)* de 25 g/1 000 kcal (6 g/MJ) pour les chiens adultes repose sur l'étude de Sanderson *et coll. (2001)* . Toutefois, dans cette étude la digestibilité protéique de l'aliment était élevée et l'apport énergétique d'environ 130 kcal (550 kJ) /kgPV$^{0.75}$ (=poids vif^{0,75}).

Les niveaux de protéine de la FEDIAF sont basés sur les recommandations du NRC *(2006d)* mais ont été ajustés pour prendre en compte i) une digestibilité apparente de la protéine brute de 80%, ii) des consommations d'énergie plus faibles pour les chiens et iii) les besoins du chien âgé (*Finco DR et al. 1994, Williams CC et al. 2001)*.

En cas de formulation en dessous du niveau de protéine totale minimum recommandé, il est particulièrement important de s'assurer que le profil en acides aminés soit conforme aux recommandations de la FEDIAF pour l'adulte à l'entretien.

Protéine totale (Reproduction) Les recommandations en protéine supposent que le régime contienne des glucides pour réduire le risque d'hypoglycémie chez les femelles et la mortalité néonatale. En l'absence de glucides ou si leur teneur est très faible, le besoin en protéine est beaucoup plus élevé et peut être doublé *(Kienzle E et al. 1985, Kienzle E et al. 1989, Romsos DR et al. 1981)*.

Protéine totale (Croissance) Pour les aliments commerciaux fabriqués à partir de céréales et de divers sous-produits animaux, le niveau de protéine brute nécessaire pour une rétention azotée maximale semble être d'environ 25 % de la MS pour les chiots juste sevrés, alors que pour les chiots de plus de 14 semaines ce niveau est de 20 % de la MS *(NRC 2006d)*.

Arginine

Arginine (Tous stades de vie) Le besoin en arginine s'accroît avec l'augmentation de la teneur en protéines du fait de son rôle d'intermédiaire dans le cycle de l'urée. Pour chaque gramme de protéine brute au-dessus des valeurs indiquées, un supplément de 0,01 g d'arginine est nécessaire *(NRC 2006g)*. Voir ANNEXE 7.4.

Lysine

Lysine (maximum nutritionnel pour les chiots) Czarnecki et al. (1985) ont montré qu'un excès de lysine alimentaire (4,91 % de la MS = 0.91% par l'aliment de base + 4 % par un supplément) diminuait le gain de poids des chiots, contrairement à la teneur de 2,91 % de la MS (par l'aliment de base + 2 % provenant d'un supplément).

Il en a été conclu que le niveau de lysine le plus élevé sans effet néfaste pour les chiots était de 2,91 % de la MS (à teneur énergétique de 4 156 kcal EM/kg soit 17,39 MJ/kg). Cela équivaut à 7,0 g/1 000 kcal EM (1,67 g/MJ) ou 2,8 % de la MS (à 4 kcal EM/g MS) et c'est par conséquent le maximum FEDIAF pour la croissance des chiots.

Méthionine-cystine

Méthionine-cystine (Chiens adultes) Les valeurs recommandées sont basées sur un aliment pour chiens à très faible teneur en taurine, c.a.d. <100 mg/kg MS *(Sanderson SL et al. 2001)*. Pour les produits à teneurs en taurine plus élevées, l'AR pour les acides aminés soufrés peut être inférieur aux valeurs indiquées dans le tableau. Pour plus d'informations, voir la section sur la taurine en ANNEXE 7.3.

Méthionine Dans le cas d'aliments à base d'agneau et de riz, il peut être nécessaire d'augmenter le niveau de méthionine. Pour plus d'informations, voir la section sur la taurine en ANNEXE 7.3.

Cystine Les besoins en acides aminés soufrés pour les chats *(Teeter RG et al. 1978)* et les chiens *(Blaza SE et al. 1982)* ont été déterminés à partir d'études utilisant méthionine et cystine. La cystine est un dimère de la cystéine. La cystine et la cystéine sont dosées toutes deux sous forme d'acide cystéique dans les hydrolysats de l'échantillon oxydé mais exprimées en équivalent cystine *(Blaza SE et al. 1982, Teeter RG et al. 1978)*.

Tyrosine

Tyrosine (Tous stades de vie) Pour maximiser la couleur du pelage noir, la teneur requise en tyrosine peut être de 1,5 à 2 fois supérieure à la valeur indiquée *(Biourge V et al. 2002, NRC 2006g)*.

MATIERE GRASSE

Matière grasse totale

Matière grasse totale (Tous stades de vie) Les chiens nourris avec des aliments contenant des niveaux normaux en protéine tolèrent des niveaux en matière grasse très élevés (par ex. pour les chiens de traîneaux). Toutefois des aliments très gras à très faible teneur en protéine ont été associés à des effets indésirables sur les chiens *(Lindsay ST et al. 1948)*.

La matière grasse en tant que telle n'est pas essentielle et tant que la recommandation minimale pour tous les acides gras essentiels est respectée ou dépassée il n'y a pas de risque de carence nutritionnelle. Par conséquent, la recommandation minimale en matières grasses totales chez le chien adulte avec un BEE de 95kcal/kg $PV^{0.75}$ n'a pas été ajustée sur l'apport énergétique, par rapport à la recommandation chez le chien adulte avec un BEE de 110kcal/kg $PV^{0.75}$.

Acides gras Oméga-3 et Oméga-6

Acides gras polyinsaturés Oméga-3 et Oméga-6 à longue chaîne (croissance & reproduction) Pendant la gestation et en période néonatale, le DHA et l'acide arachidonique (AA) s'accumulent sélectivement dans le cerveau et la rétine *(Heinemann KM, Bauer JE, 2006)*. Une supplémentation en acide α-linolénique (ALA) et en acide linoléique pendant la gestation et la lactation ne permet pas d'augmenter les teneurs dans le lait en DHA et en AA respectivement *(Bauer JE et al. 2004)*. Bien que les très jeunes chiots aient la capacité de convertir une partie de ALA en DHA, ils la perdent après le sevrage *(Bauer JE et al. 2006a)*.

De plus, des électrorétinogrammes ont révélé une vision améliorée chez les chiots dont la mère était nourrie avec des acides gras polyinsaturés n-3 à longue chaîne et nourris eux-mêmes avec le même aliment après sevrage *(Bauer JE et al. 2006b, Heinemann KM et al. 2005a, Heinemann KM et al. 2005b)*.

Par conséquent, il est préférable d'avoir de petites quantités de DHA et/ou d'EPA, ainsi que d'AA, dans les aliments pour la croissance et la reproduction afin d'en apporter suffisamment lors des modifications nutritionnelles néonatales.

Acides gras Oméga-3 (Chiens adultes) Malgré l'évidence croissante des effets bénéfiques des acides gras Oméga-3 (*Hadley KB et al. 2017*), les informations actuelles sont insuffisantes pour recommander un niveau spécifique d'acides gras Oméga-3 pour les chiens adultes.

Acides gras Oméga-3 versus Oméga-6 (Chiens adultes) Les effets des acides gras Oméga-3 dépendent de leur teneur tout autant que du ratio acides gras Oméga-6 / Oméga-3. Des niveaux très élevés d'acides gras Oméga-3 à longue chaîne peuvent diminuer l'immunité cellulaire, en particulier en présence d'un faible taux d'acides gras Oméga-6 *(Hall JA et al. 1999, Wander RC et al. 1997)*.

MINERAUX

Calcium

Calcium (Chiens adultes) Lorsque le taux de calcium approche le maximum nutritionnel indiqué, il peut être nécessaire d'augmenter les niveaux de certains oligoéléments comme le zinc et le cuivre.

Calcium (AR pour les chiots) Un taux de calcium de 0,8 g/100 gMS a été montré comme adéquat pour la croissance des chiens *(Goodman SA et al. 1998, Jenkins KJ et al. 1960a, Jenkins KJ et al.* 1960b, *Lauten SD et al. 2002)*. Toutefois, ce niveau a été rapporté comme limite pour

certaines races *(Alexander JE et al. 1988)* spécialement pendant la phase de croissance rapide (en particulier pour les races dont les besoins énergétiques sont plus faibles) (*Laflamme DP 2001)*.

Après avoir comparé toutes les données, la FEDIAF recommande un taux de calcium dans l'aliment de croissance 1er âge d'au moins de 1 g/100 g MS. En phase de croissance 2ème âge, il est recommandé de continuer à nourrir les chiots des grandes et très grandes races avec des aliments contenant au moins 1 % de calcium jusqu'à l'âge de 6 mois environ. Pendant toute la phase 2ème âge de croissance, l'aliment pour les chiots de petites et moyennes races peut contenir moins de calcium (au minimum 0,8 % MS) et le rapport calcium/phosphore peut être augmenté à 1,8/1.

Calcium (Maximum pour les chiots) Une consommation élevée en calcium a un effet néfaste sur le développement du squelette des chiens de grandes races, en particulier en phase 1er âge de croissance *(Hazewinkel HAW et al. 1985, Schoenmakers I et al. 2000)*. Par conséquent, un maximum nutritionnel strict est recommandé pour les aliments destinés aux chiots de grandes races.

Weber et al. *(2000a, b)* ont montré qu'avec un aliment équilibré, un taux de calcium de 1,6 % MS à partir de l'âge de 9 semaines ne provoque pas d'effets secondaires.

Pendant la phase 2ème âge de croissance, une teneur en calcium jusqu'à 1,8 % MS peut être utilisée pour toutes les races de chiens, y compris les très grands chiens, à *l'exception* des Grands Danois. Cette race semble plus vulnérable et il est préférable de continuer avec un aliment dont le calcium plafonne à 1,6 % MS *(Laflamme DP 2001, Weber M et al. 2000a, Weber M et al. 2000b)*.

Sodium

Sodium (Tous stades de vie) Des études sur les chiens ont montré que la teneur de 45,4 mg/MJ (0,19 g/1 000 kcal) en sodium convient pour tous les stades de vie *(Czarnecki-Maulden GL et al. 1989)*.

Sodium (chiens adultes) D'autres études sur chiens ont montré que les aliments contenant 2 % de sodium (MS) peuvent entraîner un bilan négatif en potassium *(Boemke W et al. 1990)*.

OLIGO-ELEMENTS

Généralités

Généralités Il convient de rappeler aux fabricants que la biodisponibilité des oligoéléments est réduite par une teneur élevée en certains minéraux (par ex. calcium), par le niveau d'autres oligoéléments (par ex. une teneur élevée en zinc réduit l'absorption du cuivre) et par des sources d'acide phytique (par ex. céréales et légumes).

Cuivre

Cuivre Du fait de sa faible disponibilité, l'oxyde de cuivre ne doit pas être considéré comme une source de cuivre *(Fascetti AJ et al. 1998)*.

Iode

Iode A partir des études effectuées par Castillo et al. *(2001a, b)*, un faible maximum nutritionnel en iode a été recommandé chez les chiens (0,4 mg/100 g MS). Toutefois, dans ces études, les chiots étaient significativement suralimentés (environ 75 % au-dessus des besoins énergétiques), ce qui a notablement majoré l'ingestion d'iode. De plus, l'aliment était déficitaire en un certain nombre de nutriments clés, par ex. Ca, P et K, et donc inapproprié pour les chiots. Par conséquent, ces résultats ne sont pas extrapolables aux aliments commerciaux normaux nutritionnellement équilibrés, et le maximum légal existant est sans danger pour tous les chiens.

Fer

Fer En raison d'une disponibilité très faible, le fer provenant des sels d'oxyde ou de carbonate ajoutés aux aliments ne doit pas être considéré comme une source contribuant à l'apport minimal nutritionnel minimum *(NRC 2006a).* De plus, la quantité en Fer inerte n'est pas à prendre en compte dans le calcul de la teneur en Fer total de l'aliment pour le maximum légal UE.

Sélénium

Sélénium (Croissance) Les besoins minimaux en sélénium pour la croissance des chiots ont été fixés à 0,21 mg par kg MS *(Wedekind K and Combs Jr GE 2000, Wedekind KJ et al. 2004)*. Toutefois, une marge de sécurité doit être ajoutée, car la disponibilité du sélénium dans les aliments pour animaux familiers peut être faible *(Wedekind KJ et al. 1998, Wedekind K and Combs Jr GE 2000, Wedekind KJ et al. 2004)*.

Sélénium (Chiens adultes) Aucune donnée sur les besoins exacts en sélénium des chiens adultes n'est disponible. Toutefois, selon des experts, la disponibilité et les besoins en sélénium chez les chiens sont similaires à ceux chez les chats. Par conséquent, la recommandation en chats sera utilisée en chiens jusqu'à ce que d'autres informations soient disponibles.

Zinc

Zinc (Croissance) Selon une étude utilisant un aliment purifié, 5mg zinc / 100g MS suffisent à satisfaire les besoins des chiots en croissance *(Booles D et al. 1991)*. En tenant compte de la présence dans les aliments usuels pour animaux de compagnie, de facteurs potentiels qui pourraient réduire la disponibilité du zinc, doubler ce niveau minimal recommandé peut être considéré sûr.

VITAMINES

Vitamine A

Vitamine A Le maximum de la FEDIAF repose sur des études présentées par Hathcock JN et al. *(1990)*, Goldy GG et al. *(1996)* et Cline JL et al. *(1997)* chez des chiens adultes. La valeur représente 80 % de la dose identifiée par Goldy GG et al. *(1996)* comme « pouvant approcher un niveau qui éprouve la capacité du chien à maintenir l'homéostasie normale en vitamine A » et environ 45 % de la dose ingérée sans effet indésirable établie par Cline JL et al. *(1997)* sur une année (aucun effet néfaste sur la santé osseuse). De plus, Hathcock JN et al. *(1990)* ont rapporté qu'une consommation d'au moins trois fois le maximum nutritionnel de la FEDIAF sur une période de dix mois est sans danger pour des chiens adultes (développement corporel et paramètres hématologiques non affectés).

Au vu de ces données, le maximum de la FEDIAF est considéré comme approprié à tous les stades de vie.

Vitamine A (Chiots) Rien ne prouve jusqu'à présent que le maximum nutritionnel pour les chiots puisse être différent du maximum nutritionnel actuel pour les adultes. Cette valeur est utilisée dans ce guide depuis au moins 10 ans et n'a jamais posé de problème chez les chiens en croissance *(Schweigert F and Bok V 2000, Schweigert FJ et al. 1990, Schweigert FJ et al. 1991)*. De plus, dans une étude promue par l'industrie des aliments pour animaux familiers, aucun effet néfaste n'a été constaté sur des chiots de différentes races nourris avec un aliment pour chiot à 40 000 UI de vitamine A pour 100 g de MS (4 kcal/g ou 16,74 kJ/g) *(Morris PJ et al. 2012, Zentek J et al. 2009)*.

Vitamine D

Vitamine D Des études sur des chiots Grand Danois ont montré qu'un apport alimentaire en vitamine D de 435 UI/100 g de MS peut affecter l'absorption du calcium et favoriserait des troubles de l'ossification endochondrale *(Tryfonidou MA et al. 2002a, Tryfonidou MA et al. 2002b)*.

Par conséquent, 320 UI pour 100 g de MS devrait être le maximum nutritionnel pour la croissance des chiens de très grandes races *(NRC 2006l)*. En s'appuyant sur les différences de métabolisme du cholécalciférol entre les chiots de très grandes races et les chiots de petites races *(Tryfonidou M A et al. 2002b)*, on peut considérer 425 UI/100 g de MS comme un maximum nutritionnel sans danger pour les chiots de petites races.

Sans information sur les apports maximaux sans danger pour les chiens adultes et les chiennes reproductrices, FEDIAF recommande pour les autres stades de vie le même maximum nutritionnel que celui retenu pour les chiots.

Vitamine E

Vitamine E Les besoins en vitamine E dépendent de la consommation en acides gras polyinsaturés (AGPI) et de la présence d'autres antioxydants. Un taux accru en vitamine E peut être nécessaire si la consommation en AGPI est élevée, en particulier provenant d'huile de poisson *(Hall JA 1996, Hall JA et al. 2003, Hendriks WH et al. 2002)*.

Vitamines B

Le minimum recommandé en vitamines B correspond à l'Apport Adéquat (AA) du NRC (*2006i*).

basé sur les formes biodisponibles provenant d'un prémélange de vitamines, distribué au moment du repas. En l'absence de niveau identifié d'AA (et pour la vitamine B1), le minimum recommandé correspond à l'Apport Recommandé du NRC.

Vitamine B2 (Riboflavine)

Riboflavine En se basant sur le coefficient d'activité de la glutathion réductase érythrocytaire (CADGRE) Cline JL et al. *(1996)* ont montré que le besoin en riboflavine chez le chien adulte à l'entretien est de 66,8 µg/kg de poids vif par jour avec un aliment semi-purifié. Cela correspond à environ 0,6 mg/100 gMS avec un aliment usuel pour animaux familiers en prenant une marge de sécurité de 25 %.

Vitamine B7 (Biotine)

Biotine Pour les chiens en bonne santé, il n'est pas nécessaire d'ajouter de la biotine dans l'alimentation, sauf si celle-ci contient des substances anti-microbiennes ou anti-vitaminiques *(Kronfeld DS 1989a, Kronfeld DS 1989b)*.

Vitamine K

Vitamine K Un ajout de Vitamine K n'est pas nécessaire, sauf si l'aliment contient des substances anti-microbiennes ou anti-vitaminiques *(Kronfeld DS 1989c, NRC 2006j)*.

3.3.2. Justification des recommandations en nutriments pour chats

PROTEINES

Acides aminés

Acides aminés (Chats adultes) Les niveaux en protéine de la FEDIAF sont basés sur les recommandations du NRC (*2006e*) mais ils ont été ajustés pour prendre en compte i) une digestibilité apparente des protéines brutes de 80% et ii) les consommations énergétiques des chats.

Arginine

Arginine (Tous stades de vie) Le besoin en arginine s'accroît avec l'augmentation de la teneur en protéines du fait de son rôle d'intermédiaire dans le cycle de l'urée. Pour chaque gramme de protéine brute au-dessus des valeurs indiquées, un supplément de 0,02 g d'arginine est nécessaire *(NRC 2006f)*.

Arginine (Chatons) Taylor TP et al. *(1996)* ont trouvé qu'une teneur de 45 g/kg d'aliment (470 kcal/100 g) était associée à un léger ralentissement de croissance. Le NRC a donc défini un maximum sécurisé de 3,5 g/100 g de MS (400 kcal/100 g).

Méthionine-cystine

Méthionine-cystine (Chats adultes) Les valeurs recommandées reposent sur une étude de Burger IH and Smith P *(1987)* montrant que les chats adultes ont besoin de 0,16 g de méthionine (sans cystine) par MJ

d'EM pour que le bilan azoté reste positif. Après ajout d'une marge de sécurité de 20 %, cela correspond à 0,34 %MS ou 0,85 g de méthionine + cystine pour 1000 kcal d'EM.

Lysine

Lysine (Chats adultes) Les valeurs recommandées reposent sur une étude de Burger IH and Smith P *(1987)* montrant que les chats adultes ont besoin de 0,16 g de lysine par MJ d'EM pour que le bilan azoté reste positif. Après ajout d'une marge de sécurité de 20 %, cela correspond à 0,34 % de la MS ou 0,85 g pour 1000 kcal d'EM.

Tryptophane

Tryptophane (chatons) *Taylor TP et al. (1998)* en ont apporté 15 g/kg dans un régime contenant 450 kcal/100 g sans effet néfaste. *Herwill AM (1994)* en a apporté jusqu'à 60 g/kg dans un régime contenant 470 kcal/100 g. Le résultat était satisfaisant à 20g/kg mais la consommation a diminué à 40 g/kg ; des effets beaucoup plus sévères ont été observés à 60 g/kg. Par conséquent, le maximum peut être fixé à 2 g pour 470 kcal ou 1,7 g pour 100 g de MS (400 kcal/100 g) [b].

Phénylalanine-tyrosine

Phénylalanine-tyrosine (Tous stades de vie) Des aliments avec un niveau de phénylalanine + tyrosine modéré, mais toutefois supérieur aux besoins minimaux pour la croissance, peuvent provoquer une décoloration des poils noirs des chatons *(Anderson PJB et al. 2002, Yu S et al. 2001)*. Ceci est corrigé si l'aliment contient plus de 1,8 % MS de phénylalanine ou d'une combinaison de tyrosine et de phénylalanine *(Anderson PJB et al. 2002)*. Pour maximiser la coloration noire du pelage, le niveau en tyrosine devrait égaler ou dépasser celui en phénylalanine *(NRC 2006f)*.

Taurine

Taurine Des études ont montré que la biodisponibilité est inférieure lorsque les chats sont nourris avec un aliment en conserve qui a subi un traitement thermique *(Hickman MA et al. 1990, Hickman MA et al. 1992)*. Pour maintenir un statut adéquat en taurine, un aliment humide pour chat ayant subi un traitement thermique doit contenir environ 2 à 2,5 fois plus de taurine qu'un aliment sec extrudé ; ce dernier doit contenir 0,1g taurine/100g MS *(Douglass GM et al. 1991, Earle KE et al. 1991)*.

MATIERES GRASSES

Matière grasse totale

La matière grasse en tant que telle n'est pas essentielle et tant que la recommandation minimale pour tous les acides gras essentiels est respectée ou dépassée il n'y a pas de risque de carence nutritionnelle. Par conséquent, la recommandation minimale en matières grasses totales chez le chat adulte avec un BEE de 75kcal/kg $PV^{0.67}$ n'a pas été ajustée sur l'apport énergétique, par rapport à la recommandation pour le chat adulte avec un BEE de 100kcal/kg$PV^{0.67}$.

Acides gras Oméga-3 et Oméga-6

Acides gras Oméga-3 (Croissance & Reproduction) L'étude réalisée par Pawlosky RJ et al. *(1997)* suggère qu'il est important chez les jeunes félins de maintenir le statut en DHA dans le système nerveux, pour un fonctionnement optimal de la rétine. Cependant, les jeunes félins ont une faible capacité de synthèse du DHA. Il est par conséquent recommandé d'apporter un peu de DHA et/ou d'EPA dans les aliments pour la croissance et la reproduction.

Acides gras Oméga-3 (Chats adultes) Malgré l'évidence croissante des effets bénéfiques des acides gras Oméga-3, les informations actuelles sont insuffisantes pour recommander un niveau spécifique d'apport en acides gras Oméga-3 pour les chats adultes.

MINERAUX

Calcium

Calcium La valeur FEDIAF est supérieure à celle du NRC 2006 en incluant une marge de sécurité pour prendre en compte la biodisponibilité des matières premières utilisées.

Sodium

Sodium (Chats adultes) Sur la base de la concentration plasmatique en aldostérone, Yu S and Morris JG *(1999)* ont conclu que le besoin d'entretien minimum en sodium pour les chats adultes est de 0,08 % de la MS à 5,26 kcal d'EM/g (22kJ). Ceci correspond à 0,076 % à 4 kcal d'EM/g avec une marge de sécurité d'environ 25 %.

Les données scientifiques montrent que les taux de sodium jusqu'à 3,75g/*1000kcal* EM, sont sans danger pour des chats en bonne santé *(Burger I 1979, Nguyen P et al. 2016)*. Des taux supérieurs peuvent également être sans danger, mais aucune donnée scientifique n'est disponible.

Sodium (croissance) Sur la base de la concentration plasmatique en aldostérone, Yu S and Morris JG *(1997)* recommandent qu'un aliment pour chatons contienne un minimum de 0,16 % de la MS en sodium à 5,258 kcal d'EM/g (22kJ). Ceci correspond à 0,16 % pour 4 kcal d'EM/g avec une marge de sécurité de 30 % environ.

Magnésium

Magnésium Des études ont démontré que 10mg/MJ suffisent à l'entretien des chats adultes. Cette valeur a été doublée pour tenir compte des interactions avec d'autres facteurs alimentaires *(Pastoor FJH et al. 1995)*.

Phosphore

Des études suggèrent que la consommation de certains composés source de phosphore inorganique contenant du sodium affecte avec un effet dose dépendant et de façon différenciée la teneur sanguine post-prandiale en phosphore et celle en hormones régulant la phosphorémie, par comparaison aux aliments dont le phosphore ne provient que des céréales et des farines animales *(Coltherd et al. 2018)*.

OLIGO-ELEMENTS

Généralités

Généralités Il convient de rappeler aux fabricants que la biodisponibilité des oligoéléments est réduite par une teneur élevée en certains minéraux (par ex. calcium), par le niveau d'autres oligoéléments (par ex. une teneur élevée en zinc réduit l'absorption du cuivre) et par des sources d'acide phytique (par ex. céréales et légumes).

Cuivre

Cuivre Du fait de sa faible disponibilité, l'oxyde de cuivre ne doit pas être considéré comme une source de cuivre *(Fascetti AJ et al. 1998)*.

Iode

Iode Sur la base du ratio des teneurs thyroïdienne / salivaire en Tc99m, Wedekind KJ et al. *(2009)* ont évalué le besoin minimum en iode du chat à 0,46 mg/kgMS. Mais une analyse approfondie des données a indiqué que le besoin en iode s'approcherait plus de 1,1 mg/kg MS. L'apport recommandé a donc été fixé à 1,3 mg/kgMS en tenant compte d'une marge de sécurité de 20 %. Ceci correspond au besoin minimum fixé par le NRC *(NRC 2006e)*.

Fer

Fer En raison d'une disponibilité très faible, le Fer provenant des sels d'oxyde ou de carbonate, ajoutés aux aliments, ne doit pas être considéré comme une source contribuant à l'apport minimal nutritionnel minimum *(NRC 2006a)*. De plus, la quantité en Fer inerte n'est pas à prendre en compte dans le calcul de la teneur en Fer total de l'aliment pour le maximum légal UE.

VITAMINES

Vitamine A

Vitamine A (Chats Adultes) Le maximum FEDIAF est basé sur une étude rapportée par Seawright AA et al. *(1967)* sur des chatons. Le maximum FEDIAF de 40,000 IU/100 g MS équivaut à environ 50 % du maximum NOAEL déterminé par Seawright AA et al. *(1967)* sur des chatons dès l'âge de 6 à 8 semaines et nourris pendant 41 semaines. Les chatons étant au moins aussi vulnérables que les adultes à une hypervitaminose A, ce niveau devrait être également sans risque pour les chats adultes.

Vitamine A (Croissance et reproduction) Seawright AA et al. *(1967)* mentionnent l'absence d'effet indésirable sur des chatons nourris dès l'âge de 6 à 8 semaines pendant 41 semaines avec un apport en vitamine A de 50 000 UI/kgPV correspondant à environ 90 000 UI/100 g MS. En conséquence, le maximum FEDIAF de 40 000 UI/100 g MS peut être considéré comme sans danger pour les chatons en croissance.

Freytag TL et al. *(2003)* ont constaté que nourrir des femelles gestantes avec un aliment à 100 000 UI de vitamine A/100 g MS avait provoqué des déformations fatales sur des chatons. Le niveau juste inférieur de l'étude de 2000 UI/100 g MS n'avait pas

causé d'effet indésirable. A partir de ces données, le NRC *(NRC 2006m)* recommande de ne pas dépasser 33 330 UI/100 g MS dans les aliments pour la reproduction.

Sur cette base, la FEDIAF recommande un niveau maximal en vitamine A de 33 330 UI/100g MS dans les produits conçus pour les femelles en reproduction.

Vitamine D

Vitamine D Sur la base de l'étude de Sih TR et al. *(2001)*, un maximum nutritionnel de 3000 UI/100g MS (7500 UI/1000 kcal) peut être considéré sans danger pour les chats à tous les stades de vie.

Vitamine E

Vitamine E Le besoin en vitamine E dépend de la consommation en acides gras polyinsaturés (AGPI) et de la présence d'autres antioxydants. Un niveau accru en vitamine E peut être nécessaire dans les cas de consommation élevée en AGPI. Dans l'alimentation pour chats, il est recommandé d'ajouter, en plus du niveau minimum, 5 à 10 UI de vitamine E par gramme d'huile de poisson ajouté par kilo d'aliment *(Hendriks WH et al. 2002)*.

Vitamines B

Vitamine B Le minimum recommandé en vitamines B correspond à l'Apport Adéquat (AA) du NRC *2006i*. basé sur les formes biodisponibles provenant d'un prémélange de vitamines, distribué au moment du repas. En l'absence de niveau identifié d'AA , le minimum recommandé correspond à l'Apport Recommandé du NRC.

Vitamine B6 (Pyridoxine)

Vitamine B6 (Tous stades de vie) Les besoins en vitamine B6 augmentent avec la teneur en protéine de l'aliment *(Bai SC et al. 1991, Bai SC et al. 1989)*.

Vitamine B7 (Biotine)

Biotine Pour des chats en bonne santé, il n'est pas nécessaire d'ajouter de la biotine dans l'alimentation, sauf si celle-ci contient substances anti-microbiennes ou anti-vitaminiques *(Kronfeld DS 1989a, Kronfeld DS 1989b)*.

Vitamine K

Vitamine K Il n'est généralement pas nécessaire d'ajouter de la vitamine K. Cependant, il a été cité des cas où des aliments en conserve pour chats riches en poisson auraient augmenté le risque de coagulation retardée ; par conséquent, il a été suggéré de supplémenter en vitamine K les aliments riches en poisson *(Kronfeld DS 1989c, NRC 2006j, Strieker MJ et al. 1996)*.

4. Aliments complémentaires

L'aliment complémentaire pour animaux de compagnie est défini par la législation comme un aliment à forte teneur en certaines substances, mais qui, du fait de sa composition, ne couvre correctement une ration journalière que combiné avec d'autres aliments [Réglementation (CE) 767/2009].

L'aliment complémentaire couvre une large gamme de produits, notamment :

a. Les produits qui contribuent de manière significative à l'apport énergétique de la ration journalière, mais qui ne sont pas complets.
   - Les produits destinés à être mélangés à d'autres ingrédients alimentaires à domicile pour constituer une nourriture complète.
   - Les friandises et snacks normalement donnés pour renforcer le lien entre l'homme et l'animal, ainsi que comme récompense pendant le dressage. Bien que non destinés à contribuer notoirement à la ration journalière, ils peuvent être donnés en quantités intervenant sur l'apport énergétique total. Les indications d'alimentation devraient donner des recommandations claires pour éviter la suralimentation.

b. Les produits qui contribuent à l'apport nutritionnel journalier et qui peuvent ou non, participer significativement à l'apport énergétique de la ration journalière.
   - Les produits utilisés comme compléments à l'alimentation, notamment ceux apportant des niveaux élevés en acides gras oméga-3 & oméga-6.

c. Les produits qui ne sont pas destinés à contribuer aux apports nutritionnels de la ration journalière, mais qui sont donnés pour occuper l'animal et qui peuvent être ingérés.
   - Produits à mâcher pour chiens

4.1. APPORTS RECOMMANDES

Au regard du grand nombre de types différents d'aliments complémentaires pour animaux familiers, il est conseillé aux fabricants de baser leurs indications d'alimentation sur le rôle assigné du produit dans la ration totale.

La ration journalière totale doit respecter les apports recommandés et les valeurs maximales nutritionnelles et légales listées dans les tableaux pour aliment complet pour animaux familiers.

4.2. PROCEDURE DE VALIDATION

La FEDIAF recommande dans le cadre de la validation nutritionnelle, de distinguer les trois catégories d'aliments complémentaires pour animaux familiers :

Pour les produits de la catégorie (a), la procédure de validation doit se conformer à celle établie pour l'aliment complet, afin d'évaluer l'adéquation nutritionnelle de la ration journalière totale.

Pour les produits de la catégorie (b), la procédure de validation doit couvrir les nutriments concernés par l'utilisation assignée du produit.

Pour les produits destinés à occuper les animaux (produits à mâcher) de la catégorie (c), aucune procédure de validation spécifique d'adéquation nutritionnelle n'est requise.

4.3. ANALYSES DE SUIVI

Lorsqu'une procédure de validation est recommandée, les mêmes règles s'appliquent aux aliments complémentaires et aux aliments complets pour animaux familiers.

5. Méthodes d'analyses

Pour obtenir des résultats représentatifs, les échantillons doivent être collectés et traités conformément aux principes généraux figurant dans le règlement CE n° 152/2009 du 27 janvier 2009, établissant les méthodes communautaires d'échantillonnage et d'analyse pour le contrôle officiel des substances alimentaires.

L'analyse d'un seul échantillon peut ne pas refléter le niveau déclaré dans l'analyse moyenne du produit.

Pour obtenir une analyse représentative, plusieurs échantillons issus de différents lots doivent être analysés. Un échantillon composite constitué de plusieurs échantillons est également valable. Pour évaluer les résultats d'une analyse sur échantillon unique, des tolérances maximales sur l'écart aux valeurs déclarées, telles que prévues dans l'annexe 4 du règlement 767/2009 relatif au marketing et à l'utilisation des aliments, doivent être autorisées, tout comme les tolérances pour les incertitudes analytiques.

TABLE V-1. LISTE NON-EXHAUSTIVE DES METHODES D'ANALYSES

Nutriment	Référence(s) de la méthode
Prélèvement d'échantillon	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6497
Humidité	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO /DIS 6496
Protéines (brutes)	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Arginine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Histidine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Isoleucine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Lysine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Méthionine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Cystine/Cystéine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Phénylalanine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Tyrosine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Thréonine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Valine	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Tryptophane	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 2e ISO/CD 13904
Matières grasses (brutes)	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Acide Linoléique	Méthode VDLUFA 5.6.2 Méthode B.S.I BS684: section 2.34 : ISO 5509-1997 AOAC 15e éd. (1990) 969.33 & 963.22
Acide Arachidonique	Méthode VDLUFA 5.6.2 Méthode B.S.I BS684: section 2.34 : ISO 5509-1997 AOAC 15e éd. (1990) 969.33 & 963.22
Cellulose (brute)	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Cendres (brutes)	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54
Calcium	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Phosphore	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6491
Potassium	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Sodium	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Chlorure	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 §35 LMBG L06.00-5 AOAC 14e éd. (1984) 3.069-3.070 AOAC 15e éd. (1990) 920.155 & 928.04 AOAC 16e éd. (1998) méthode potentiométrique 50.1.10

Nutriment	Référence(s) de la méthode
Magnésium	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Fer	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Cuivre	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Manganèse	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Zinc	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 ISO/DIS 6869
Iode	Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation (1997). Dietary intake of iodine and fatty acids. Food Surveillance Information Sheet, 127. MAFF
Sélénium	The Analyst 1979, 104, 784 VDLUFA, BD III méthode 11.6 (1993) AOAC 16 e éd. (1998) 9.1.01
Vitamine A	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 méthode VDLUFA 13.1.2 2e ISO/CD 14565
Vitamine D*	méthode VDLUFA 13.8.1 D3 AOAC 15 e éd. (1990) 982.29 BS EN 12821 : 2000
Vitamine E	Règlement (CE) 152/2009 JO 26/02/2009 L 54 2e ISO/CD 6867 méthode VDLUFA 13.5.4
Vitamine K	Analytical Proceedings, Juin 1993, Vol. 30, 266-267 (Vit. K3) J. of Chrom. 472 (1989) 371-379 (Vit. K1) BS EN 14148: 2003 (Vit. K1)
Thiamine	AOAC Int. 76 (1993) 1156-1160 and 1276-1280 AOAC Int. 77 (1994) 681-686 The Analyst, 2000, No. 125, pp 353-360 EN 14122 (2003)
Riboflavine	AOAC Int. 76 (1993) 1156-1160 and 1276-1280 AOAC Int. 77 (1994) 681-686 AOAC 16e éd. (1998) M 940.33 The Analyst, 2000, No. 125, pp 353-360 EN 14152 (2003)
Acide Pantothénique	AOAC 945.74 /42.2.05 (1990) USP XXIII, 1995, M 91
Niacine	AOAC 944.13 /45.2.04 (1990) USP XXIII, 1995, M 441
Vitamine B6 (Pyridoxine)	AOAC 16e éd. (1998) M 985.32 EN 14663: 2005
Acide Folique	AOAC 16e éd. (1998) M 944.12 Biacore AB: Folic Acid Handbook; BR 1005-19
Biotine	USP XXI, 1986, M 88 Biacore AB: Biotin Kit Handbook; BR 1005-18
Vitamine B12	USP XXIII, 1995, M171 AOAC 952.20 Biacore AB: Vitamin B12 Handbook; BR 1004-15
Choline	AOAC Int. Vol 82, No. 5, 1999 pp 1156-1162 EG-Draft 15.706/1/VI/68-D/bn
Taurine	AOAC Int. Vol. 82 No. 4, 2000 pp 784-788
Fibres alimentaires totales (FAT)	AOAC Official Method 985.29 or 45.4.07 for Total Dietary Fibre in Food and Food Products
Fibres insolubles (FI)	AOAC Method 991.42 or 32.1.16 for the Insoluble Dietary Fibre in Food and Food Products
Fibres solubles (FS)	AOAC Official Method 993.19 or 45.4.08 for Soluble Dietary Fibre in Food and Food Products

* L'analyse de la vitamine D dans les aliments pour animaux de compagnie contenant des niveaux proches de la recommandation minimale, c'est-à-dire entre 500 et 1000 UI/kg de MS, est difficile et peu fiable. La limite de détection pour les méthodes HPLC est approximativement de 3000 à 5000 UI/kg. L'analyse n'est pas nécessaire en cas de supplémentation, et il est peu probable que des produits non supplémentés et présentant des niveaux adéquats en vitamines A et E soient déficients en vitamine D.

6. Protocoles des tests d'alimentation

Tableau VI-1. Abréviations

EB	Énergie brute	PB	Protéine brute
ED	Énergie digestible	PD	Protéine digestible
EM	Énergie métabolisable	PV	Poids vif
kJ	Kilojoule	Cr_2O_3	Oxyde de chrome III
Kcal	Kilocalorie		

6.1. METHODE PAR MARQUEURS

6.1.1. Introduction

Ce protocole d'évaluation d'aliment a été conçu pour déterminer l'EM et la digestibilité des nutriments dans les aliments pour chien et chat, de façon non préjudiciable aux chiens et chats du test, et a été adapté d'après les Protocoles AAFCO de détermination de l'énergie métabolisable des aliments pour chien et chat - méthode par marqueur (AAFCO 2007).

6.1.2. Protocole

6.1.2.1. Animaux

Au minimum six animaux adultes âgés d'un an au moins doivent participer à l'intégralité de l'évaluation. Les animaux doivent être en bonne santé, et leurs poids, sexe et race doivent être connus.

Les animaux doivent être logés individuellement pendant l'essai (période de collecte).

6.1.2.2. Procédures d'alimentation

Les procédures d'alimentation doivent être standardisées. L'alimentation est réalisée en deux phases.

La première phase est la période de pré-collecte, d'au moins trois jours pour les chiens et cinq jours pour les chats *(Nott HMR et al. 1994)* dont l'objectif est d'adapter les animaux du test à l'aliment, et d'ajuster si besoin, les quantités consommées pour maintenir le poids vif.

La seconde phase est la période de collecte totale; les selles, et éventuellement les urines, sont collectées sur au moins quatre jours (96 heures) pour les chiens et cinq jours (120 heures) pour les chats.

6.1.2.3. Aliment

Le type d'aliment, la recette et les codes de fabrication correspondant à l'aliment complet doivent être enregistrés. La source d'aliment doit rester constante pendant toute la période du test.

Les marqueurs doivent être mélangés uniformément à une quantité d'aliment suffisante pour nourrir tous les animaux pendant la durée des périodes de pré-collecte et de collecte. Si l'oxyde de chrome est utilisé comme marqueur, environ 0,25 % d'oxyde de chrome III (Cr_2O_3) de haute qualité et exempt de chrome soluble, doit être mélangé à l'aliment.

6.1.2.4. Rations distribuées

La quantité d'aliment présentée à chaque animal peut être déduite de données existantes sur la quantité d'aliment permettant le maintien du poids vif, ou sur l'estimation des besoins journaliers en énergie pour l'entretien (environ 110 kcal (460 kJ) d'EM par kg $PV^{0,75}$ pour les chiens et environ 100 kcal (250 kJ) d'EM par kg $PV^{0,67}$ pour les chats) (voir ANNEXE 7.2. - énergie).

6.1.2.5. Fréquence d'alimentation

Les animaux doivent être nourris au moins une fois par jour, et à la même heure chaque jour. De l'eau est à laisser en permanence à disposition. L'aliment doit être donné tel quel, ou conformément aux instructions normales d'utilisation du produit. L'excédent d'aliment doit être retiré et pesé après chaque repas.

6.1.2.6. Interruption de l'essai

Si pendant la phase de pré-collecte, l'aliment est refusé en permanence, ou très peu consommé par une majorité d'animaux, l'essai s'arrête sans effectuer la phase de collecte.

6.1.2.7. Collecte

Il est impératif d'identifier clairement tous les récipients de collecte en utilisant des étiquettes doubles ou d'autres moyens d'identification. Ces étiquettes doivent comporter le numéro de l'animal, celui de l'aliment et les dates de collecte.

Collecte des selles Des échantillons aliquotes de selles doivent être collectés sur cinq jours distincts. Le plus grand soin sera apporté pour éviter de collecter de contaminants, tels que les poils. Les échantillons aliquotes sont séchés et regroupés par animal.

Collecte d'urine Pendant la période de collecte, toute l'urine de la journée doit être récupérée pour chaque animal, puis pesée, sauf si un facteur de correction est utilisé pour estimer l'énergie métabolisable. Le plus grand soin sera apporté pour éviter de collecter de contaminants, tels que les poils.

6.1.2.8. Préparation des échantillons

Aliment L'aliment sera mélangé pour assurer une consistance uniforme et une quantité adaptée sera réservée aux analyses appropriées. Il conviendra de congeler et conserver de larges quantités du reste de l'échantillon jusqu'à vérification et validation des résultats d'analyses.

Selles Les selles seront analysées sur des échantillons composites. Les échantillons seront mélangés pour assurer une consistance uniforme et une quantité adaptée sera réservée aux analyses appropriées. Il conviendra de congeler et conserver de larges quantités du reste de l'échantillon jusqu'à vérification et validation des résultats d'analyses.

Urine Les urines seront collectées dans des récipients contenant de l'acide sulfurique afin de les stabiliser et de prévenir la perte d'azote. Les échantillons aliquotes d'urine de la période de collecte seront lyophilisés et regroupés par animal en quantité suffisante y déterminer l'EB.

6.1.2.9. Déterminations analytiques

Les échantillons préparés seront utilisés pour les analyses. S'il en existe une, une méthodologie analytique approuvée par l'AOAC sera utilisée. Sinon, sera appliquée une des méthodes analytiques recommandées au tableau V-1. L'aliment et les selles doivent être analysés pour l'énergie brute (bombe calorimétrique), les protéines brutes et le marqueur. Si les urines sont collectées, l'énergie brute et les protéines brutes de celles-ci seront également déterminées.

Si l'on désire connaître les valeurs de digestibilité de la matière sèche, des matières grasses brutes ou d'autres nutriments, il faut également analyser ces substances sur l'aliment et les selles.

Dans l'aliment et les selles le marqueur est dosé par la même méthode (de préférence par spectrophotométrie d'absorption atomique si le marqueur est l'oxyde de chrome (Arthur D. 1970)). L'hydrolyse acide contrôlée et l'oxydation de l'oxyde de chrome en chromates dans l'échantillon, étant un point critique pour la reproductibilité des résultats, l'analyse colorimétrique du chrome est moins reproductible que la spectrophotométrie par absorption atomique.

L'aliment, les selles et les urines (si elles sont collectées) sont stockés au congélateur pour le cas où des analyses complémentaires seraient nécessaires.

6.1.2.10. Calcul de l'énergie digestible et des nutriments digestibles

Énergie digestible & protéines digestibles La détermination est basée sur l'analyse de l'énergie brute ou des protéines brutes consommées, minorée de l'énergie ou des protéines brutes dans les selles.

$$\text{ED (kcal ou kJ/g)} = \frac{\{1 - (\text{EB des selles x \% Cr2O3 dans l'aliment})\} \text{x EB de l'aliment}}{(\text{EB de l'aliment x \% Cr2O3 dans les selles})}$$

$$\text{PD (\% aliment)} = \frac{\{1 - (\text{\% PB des selles x \% Cr2O3 dans l'aliment})\} \text{ x \% PB de l'aliment}}{(\text{\% PB de l'aliment x \% Cr2O3 des selles})}$$

Les matières grasses, cendres et matière sèche digestibles peuvent être calculées de la même manière que les protéines digestibles.

6.1.2.11. Calcul de l'énergie métabolisable

Energie métabolisable La détermination est basée sur la détermination de l'énergie brute consommée, minorée de celle éliminée dans les selles et les urines.

Si les urines sont collectées	EM (kcal ou kJ/g) = ED – EB des urines
Si les urines ne sont pas collectées	EM (kcal ou kJ/g) = ED - (PD x facteur de correction pour la perte en énergie dans les urines)

Facteur de correction pour la perte en énergie dans les urines (Kienzle E *et al.* 1998) :

1,25 kcal ou 5,23 kJ/g pour les chiens
0,86 kcal ou 3,60 kJ/g pour les chats

6.2. METHODE PAR COLLECTE TOTALE

6.2.1. Introduction

Ce protocole d'évaluation d'aliment a été conçu pour déterminer l'EM et la digestibilité des nutriments dans les aliments pour chien et chat, de façon non préjudiciable aux chiens et chats du test, et a été adapté d'après les Protocoles AAFCO de détermination de l'énergie métabolisable des aliments pour chien et chat - méthode par collecte totale (AAFCO 2011) ».

6.2.2. Protocole

6.2.2.1. Animaux

Au minimum six animaux adultes âgés d'un an au moins doivent participer à l'intégralité de l'évaluation. Les animaux doivent être en bonne santé, et leurs poids, sexe et race doivent être connus.

Les animaux doivent être logés individuellement pendant l'essai (période de collecte).

6.2.2.2. Procédures d'alimentation

Les procédures d'alimentation doivent être standardisées. L'alimentation est réalisée en deux phases.

La première phase est la période de pré-collecte, d'au moins trois jours pour les chiens et cinq jours pour les chats *(Nott et al. 1994)* dont l'objectif est d'adapter les animaux du test à l'aliment, et d'ajuster si besoin, les quantités consommées pour maintenir le poids vif.

La seconde phase est la période de collecte totale sur au moins quatre jours (96 heures) pour les chiens et cinq jours (120 heures) pour les chats.

La quantité d'aliment distribué en seconde phase doit rester constante. Les quantités ingérées doivent être enregistrées tout au long de chacune des 2 phases.

6.2.2.3. Aliment

Le type d'aliment, la recette et les codes de fabrication correspondant à l'aliment complet doivent être enregistrés. La source d'aliment doit rester constante pendant toute la période du test.

6.2.2.4. Rations distribuées

La quantité d'aliment présentée à chaque animal peut être déduite de données existantes sur la quantité d'aliment permettant le maintien du poids vif, ou sur l'estimation des besoins journaliers en énergie pour l'entretien (environ 110 kcal (460 kJ) d'EM par kg $PV^{0,75}$ pour les chiens et environ 100 kcal (250 kJ) d'EM par kg $PV^{0,67}$ pour les chats) (voir ANNEXE 7.2. - énergie).

6.2.2.5. Fréquence d'alimentation

Les animaux doivent être nourris au moins une fois par jour, et à la même heure chaque jour. De l'eau est à laisser en permanence à disposition. L'aliment doit être donné tel quel, ou conformément aux instructions normales d'utilisation du produit. L'excédent d'aliment doit être retiré et pesé après chaque repas.

6.2.2.6. Interruption de l'essai

Si pendant la phase de pré-collecte, l'aliment est refusé en permanence, ou très peu consommé par une majorité d'animaux, l'essai s'arrête sans effectuer la phase de collecte.

6.2.2.7. Collecte

Il est impératif d'identifier clairement tous les récipients de collecte en utilisant des étiquettes doubles ou d'autres moyens d'identification. Ces étiquettes doivent comporter le numéro de l'animal, celui de l'aliment et les dates de collecte.

Collecte des selles Les selles doivent être collectées sur au moins quatre jours pour les chiens et cinq jours pour les chats. Le plus grand soin sera apporté pour éviter de collecter de contaminants, tels que les poils. La méthode est la suivante :

a. Peser le récipient vide de collecte, et enregistrer son poids

b. Recueillir les selles des animaux dans leur récipient de collecte respectif pour la journée de collecte en cours. Collecter les selles aussi complètes que possible.

c. Stocker les selles après chaque collecte au congélateur.

d. Les selles doivent être séchées chaque jour.

- Peser et enregistrer le poids du récipient avec les selles chaque jour, et déterminer le poids net des selles. Si le volume des selles est important, une aliquote peut être prélevée pour le séchage.
- Sécher la collecte journalière de selles (ou l'aliquote). Les selles doivent être en couches assez minces pour sécher rapidement. Sinon, des pertes en azote et carbone peuvent survenir par fermentation.
- Regrouper par animal toute la collecte ou des aliquotes proportionnelles.

6.2.2.8. Préparation des échantillons

Aliment L'aliment sera mélangé pour assurer une consistance uniforme et une quantité adaptée sera réservée aux analyses appropriées. Il conviendra de congeler et conserver de larges quantités du reste de l'échantillon jusqu'à vérification et validation des résultats d'analyses.

Selles Les selles seront analysées sur des échantillons composites. Les échantillons seront mélangés pour assurer une consistance uniforme et une quantité adaptée sera réservée aux analyses appropriées. Il conviendra de congeler et conserver de larges quantités du reste de l'échantillon jusqu'à vérification et validation des résultats d'analyses.

Urine Les urines, si elles sont collectées, le seront sur la même période que les selles, avec une contamination minimale, dans des récipients contenant de l'acide sulfurique afin de les stabiliser et limiter la perte d'azote. Après détermination du volume total d'urine, des échantillons aliquotes seront lyophilisés dans un récipient approprié.

6.2.2.9. Déterminations analytiques

Les échantillons préparés seront utilisés pour les analyses. S'il en existe une, une méthodologie analytique approuvée par l'AOAC sera utilisée. Sinon, sera appliquée une des méthodes analytiques recommandées au tableau V-1. L'aliment, les selles et les urines (si collectées) doivent être analysés pour l'énergie brute (bombe calorimétrique).

Si les urines ne sont pas collectées, les protéines brutes seront aussi déterminées sur l'aliment et les selles.

Si l'on désire connaître les valeurs de digestibilité de la matière sèche, des matières grasses brutes ou d'autres nutriments, il faut également analyser ces substances sur l'aliment et les selles.

6.2.2.10. Calcul de l'énergie digestible et des nutriments digestibles

Énergie digestible & protéines digestibles La détermination est basée sur l'analyse de l'énergie brute ou des protéines brutes consommées, minorée de l'énergie ou des protéines brutes dans les selles.

ED (par g d'aliment) =	$\frac{(\text{EB de l'aliment consommé} - \text{EB des selles collectées})}{\text{Quantité d'aliment consommé}}$
PD (% de l'aliment) =	$\frac{(\text{PB de l'aliment consommé} - \text{PB des selles collectées}) \times 100}{\text{Quantité d'aliment consommé}}$

Les matières grasses brutes, cendres brutes et matière sèche digestibles peuvent être calculées de la même manière que les protéines digestibles.

6.2.2.11. Calcul de l'énergie métabolisable

Energie métabolisable La détermination est basée sur la détermination de l'énergie brute consommée, minorée de celle éliminée dans les selles et les urines.

Sans collecte des urines

$$EM = \frac{[(\text{EB de l'aliment consommé} - \text{EB des selles collectées}) - (\text{grammes de protéines consommées} - \text{grammes de protéines dans les selles}) \text{x facteur de correction pour la perte d'énergie dans les urines}]}{\text{Quantité d'aliment consommé}}$$

Facteur de correction pour l'énergie perdue dans les urines (Kienzle E et al. 1998) : 1,25kcal ou 5,23kJ/g pour les chiens 0,86kcal ou 3,60kJ/g pour les chats.

Exemple 1:

a. Énergie brute de l'aliment = 4,35 kcal/g ou 18,2 kJ/g
b. Quantité d'aliment consommé = 1250g
c. Énergie brute des selles = 1,65 kcal/g ou 6,90 kJ/g
d. Quantité de selles collectées = 600g
e. Protéines dans l'aliment = 24%
f. Protéines dans les selles = 9%
g. Facteur de correction (chien) = 1,25 kcal/g ou 5,23 kJ/g

$$EM = \frac{(a \times b) - (c \times d) - [(b \times e) - (d \times f)]/100 \times g \times 1000}{b}$$

$$EM\ (kcal/kg) = \frac{[(4{,}35 \times 1250) - (1{,}65 \times 600)] - [(1250 \times 24) - (600 \times 9)]/100 \times 1{,}25 \times 1000}{1\ 250}$$

$$EM\ (MJ/kg) = \frac{[(18{,}2 \times 1250) - (6{,}9 \times 600)] - [(1250 \times 24) - (600 \times 9)]/100 \times 5{,}23}{1\ 250}$$

EM = 3 312kcal/kg ou 13,9 MJ/kg)

Avec collecte des urines

EM =	$\frac{[(\text{EB de l'aliment consommé} - \text{EB de selles collectées}) - \text{EB des urines collectées}]}{\text{Quantité d'aliment}}$

Exemple 2:

a. Énergie brute de l'aliment = 4,35 kcal/g ou 18,2 kJ/g
b. Quantité d'aliment consommé = 1250g
c. Énergie brute des selles = 1,65 kcal/g ou 6,90 kJ/g
d. Quantité de selles collectées = 600g
e. Énergie brute des urines = 0,25 kcal/ml ou 1,05 kJ/ml
f. Volume des urines = 1 230 ml

EM (kcal/kg) =	$\frac{[(a \times b - c \times d) - e \times f] \times 1000}{b}$

EM (kcal/kg) =	$\frac{[(4{,}35 \times 1250 - 1{,}65 \times 600) - (0{,}25 \times 1230)] \times 1000}{1250}$

EM (MJ/kg) =	$\frac{18{,}2 \times 1\,250 - 6{,}9 \times 600 - 230}{1250}$

EM =	3 312kcal/kg or 13,86 MJ/kg

7. Annexes

7.1. NOTE D'ETAT CORPOREL (NEC)

7.1.1. Introduction

Environ un tiers des chats et des chiens de plus d'un an, présentés aux vétérinaires praticiens aux Etats-Unis sont soit en surpoids, soit obèses (NEC 7 & 8, voir Tableau VII 1&2), et la prévalence augmente de presque 50% entre 6 et 11 ans *(Lund EM 2005, Lund EM et al. 2006)*. En Europe, la prévalence est très similaire *(Colliard L et al. 2006, Colliard L et al. 2009, Sloth C 1992)*. Les besoins énergétiques devraient être basés sur le poids vif (PV) optimal.

Bien que le PV soit une mesure objective et précise, il ne permet pas de savoir s'il est optimal ou non. L'évaluation conjointe de l'état corporel permet de préciser de façon plus adéquate l'état de l'animal et s'avère une meilleure base pour déterminer les besoins énergétiques.

7.1.2. Note d'Etat Corporel validée

La Note d'Etat Corporel (NEC) est une méthode subjective et semi quantitative pour évaluer la composition corporelle de l'animal, en particulier le pourcentage de masse grasse corporelle (% MGC), et pour estimer le degré de surpoids et d'insuffisance pondérale. Différents systèmes de notation d'Etat Corporel ont été développés au fil des ans. Une échelle de 1 à 9 a été validée pour les chiens et les chats qui a montré une très bonne répétabilité et prédictibilité *(Laflamme DP 1997a, Laflamme DP 1997b)*.

L'état corporel des animaux est une variable continue, que la Notation d'Etat Corporel s'efforce de fractionner en plusieurs catégories *(Burkholder WJ 2000)*, c'est pourquoi les valeurs de %MGC associées aux NEC successives peuvent se chevaucher. Les tableaux VII1 et 2 présentent les NEC avec leur description et les pourcentages correspondant de masse grasse corporelle, ainsi que l'augmentation ou la diminution du poids vif au-dessus ou au-dessous du poids vif optimal.

A titre de comparaison, la notation en 5 points est ajoutée en colonne 2 des deux tableaux.

7.1.3. Utilisation et interprétation

Sur une échelle de 1 à 9, un score de 5 devrait correspondre au % MGC optimal, estimé entre 20 et 30% chez les chats *(Bjornvad CR et al. 2011, Harper EJ et al. 2001, Laflamme DP 1997a)* et 15 à 25% chez les chiens *(Kealy RD et al. 2002, Laflamme DP 1997b)*

Chats Les études ont montré que les chats stérilisés présentent le risque d'accumuler plus de graisse que les chats entiers *(Fettman MJ et al. 1997, Harper EJ et al. 2001, Kanchuk ML et al. 2002)* et que les chats stérilisés inactifs de poids normal pourraient avoir relativement moins de masse corporelle maigre *(Bjornvad CR et al. 2011)*. Ces données suggèrent que pour des chats stérilisés inactifs, la NEC de 4/9 pourrait être optimale plutôt que celle de 5/9 qui est optimale pour des chats entiers plus actifs.

Chiens Une étude de 14 années sur des chiens Labrador, a montré qu'une alimentation rationnée était associée à une espérance de vie plus longue et retardait l'apparition des maladies chroniques *(Kealy RD et al. 2002)*. Ces chiens avaient une NEC de 4/9 à 5/9 avec un %MGC de 12 à 20%, ce qui s'accorde mieux à la NEC optimale trouvée par Mawby DI et al.

(2004). La NEC idéale serait donc entre 4/9 et 5/9.

Le principal objectif de la plupart des études validant la NEC était de fournir un outil pratique pour évaluer correctement l'obésité *(Bjornvad CR et al. 2011, Laflamme DP 1997a, Mawby DI et al. 2004)*. Cela a abouti à un biais avec des poids vifs et %GC surestimés, les notes du bas de l'échelle étant absentes ou sous représentées *(Bjornvad CR et al. 2011, Laflamme DP 1997a, Laflamme DP 1997b, Mawby DI et al. 2004)*. De plus, les scores en bas de l'échelle de NEC sont confondus avec les cas d'atrophie musculaire *(Baez J et al. 2007, Michel KE et al. 2011)*. Récemment, un système d'évaluation de la masse musculaire sur une échelle à 4 niveaux a été développé afin d'évaluer la masse musculaire d'animaux malades en situation critique *(Baez J et al. 2007, Michel KE et al. 2011)* (Tableau VII-3).

7.1.4. Conclusion

La combinaison du poids vif et de la NEC en 9 points est une bonne base pour déterminer les besoins énergétiques et un outil utile d'aide aux possesseurs d'animaux, qui souvent ne parviennent pas à reconnaître que leur animal est en surpoids ou obèse *(Mason E 1970).* Le NRC 2006 mentionne l'échelle de NEC en 9 points comme une référence sur laquelle est basé le BEE des chats adultes *(NRC 2006)* et la World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) a intégré ce système dans son guide nutritionnel global.

Comme pour les autres techniques d'examen physique, il est nécessaire d'acquérir de l'expérience avec cette technique pour optimiser la précision de la notation de l'état corporel *(Burkholder WJ 2000, German AJ et al. 2006)*. Une étude montre que les possesseurs d'animaux aussi peuvent acquérir de l'expérience avec un système de NEC doté d'une précision suffisante *(German AJ et al. 2006)*.

Tableau VII-1.
Guide pour la notation d'Etat Corporel du chat en 9 et 5 points.

Note		Repères corporels	Estimation de la masse grasse (%)	Ecart de PV en % en plus ou moins de NEC=5
Sur 9-points	Sur 5-points			
1. Emacié	1	Les côtes et les saillies osseuses sont visibles et aisément palpables, pas de couverture graisseuse Creux abdominal très prononcé vu de profil et une forme « en sablier » exagérée en vue de dessus	≤10%	- ≥40%
2. Très maigre		Les côtes et les saillies osseuses sont visibles chez les chats à poil court et aisément palpables, pas de couverture graisseuse. Creux abdominal très prononcé vu de profil et une forme « en sablier » prononcée en vue de dessus	5-15%	-30-40%
3. Maigre	2	Les côtes et les saillies osseuses sont aisément palpables, avec une couverture graisseuse minimale. Creux abdominal prononcé vu de profil et taille marquée en vue de dessus	10-20%	-20-30%
4.* Légersous-poids		Les côtes et les saillies osseuses sont aisément palpables, avec une couverture graisseuse minimale. Creux abdominal visible de profil et taille bien proportionnée en vue de dessus	15-25%	-10-15%
5.* Idéal	3	Les côtes et les saillies osseuses sont palpables, avec une légère couverture graisseuse. Creux abdominal visible de profil et une taille bien proportionnée en vue de dessus	20-30%	0%
6. Surpoids modéré		Les côtes et les saillies osseuses peuvent être senties à la palpation sous une couverture graisseuse modérée. Creux abdominal et taille sont moins prononcés. Un léger coussin de graisse abdominale peut être perçu à la palpation.	25-35%	+10-15%
7. Surpoids	4	Les côtes et les saillies osseuses sont accessibles à la palpation sous une couverture graisseuse modérée. Pas de creux abdominal mais un coussin graisseux abdominal modéré est visible vu de profil, et la taille ne se discerne pas en vue de dessus	30-40%	+20-30%
8. Obèse		Les côtes et les saillies osseuses sont difficilement accessibles à la palpation, couvertes d'une épaisse couche graisseuse. Poche ventrale distendue avec quelques dépôts graisseux visibles de profil. Dos élargi en vue de dessus.	35-45%	+30-40%
9. Fortement obèse	5	Les côtes et les saillies osseuses sont très difficiles à palper, recouvertes d'une épaisse couche graisseuse. Grosse poche ventrale distendue avec d'importants dépôts graisseux visibles de profil. Dos très élargi en vue de dessus. Dépôts graisseux autour de la gueule, du cou et des membres.	>45%	+>40%

Adapté de *Laflamme DP et al. 1995, Laflamme DP 1997a, Laflamme DP 2006, Bjornvad CR et al. 2011.*

* Les données suggèrent que pour des chats stérilisés inactifs la NEC de 4/9 pourrait être optimale plutôt que celle de 5/9 qui est optimale pour des chats non stérilisés plus actifs *(Bjornvad CR et al. 2011)*.

Tableau VII-2.
Guide pour la notation d'état corporel du chien en 9 et 5 points

Note		Repères corporels	Estimation de la masse grasse (%)	Ecart de PV en % en plus ou moins de NEC=5
Sur 9-points	Sur 5-points			
1. Emacié	1	**Côtes et autres saillies osseuses :** visibles à distance et aisément palpables, dépourvues de toute couverture graisseuse **Abdomen :** creux abdominal exagéré vu de profil, forme « en sablier » exagérée en vue de dessus. **Base de la queue :** saillante, structures osseuses apparentes, sans tissu entre la peau et les os. Evidente perte de masse musculaire et pas de graisse corporelle détectable	<4%	- ≥40%
2. Très maigre		**Côtes et autres saillies osseuses :** visibles et aisément palpables sans graisse sous cutanée **Abdomen :** creux abdominal très prononcé vu de profil, forme « en sablier » prononcée en vue de dessus. **Base de la queue :** saillante, structures osseuses apparentes, sans tissu entre la peau et les os. Perte minime de masse musculaire	4-10%	-30-40%
3. Maigre	2	**Côtes et autres saillies osseuses :** discernables et aisément palpables, avec une couverture graisseuse minimale **Abdomen :** creux abdominal prononcé vu de profil, forme « en sablier » marquée en vue de dessus. **Base de la queue :** structures osseuses apparentes, avec un peu de tissus entre la peau et les os.	5-15%	-20-30%
4.* Légersous-poids		**Côtes et autres saillies osseuses :** aisément palpables, avec une couverture graisseuse minimale. **Abdomen :** creux abdominal visible de profil, forme « en sablier » légèrement marquée en vue de dessus. **Base de la queue :** structures osseuses apparentes, avec un peu de tissus sous cutanés.	10-20%	-10-15%
5.* Idéal	3	**Côtes et autres saillies osseuses :** côtes non visibles, mais aisément palpables, avec une fine couche graisseuse. Les autres saillies osseuses sont palpables avec une légère couverture graisseuse. **Abdomen :** creux abdominal visible de profil, et cintre lombaire bien proportionné (forme « en sablier ») en vue de dessus. **Base de la queue :** forme arrondie ou quelques renflements, structures osseuses palpables, sous une mince couche de graisse sous cutanée.	15-25%	0%
6. Surpoids modéré		**Côtes et autres saillies osseuses :** palpables sous une couverture graisseuse modérée. **Abdomen :** creux abdominal moins évident vu de profil, forme « en sablier » moins prononcée en vue de dessus. **Base de la queue :** forme arrondie ou quelques renflements, les structures osseuses restent palpables sous une couche modérée de graisse sous cutanée.	20-30%	+10-15%
7. Surpoids	4	**Côtes et autres saillies osseuses :** difficilement palpables, sous une épaisse couche graisseuse. **Abdomen :** creux abdominal peu marqué vu de profil, ou taille peu marquée et dos légèrement élargi en vue de dessus. **Base de la queue :** forme arrondie ou quelques renflements, les structures osseuses restent palpables sous une couche graisseuse sous cutanée	25-35%	+20-30%

Note		Repères corporels	Estimation de la masse grasse (%)	Ecart de PV en % en plus ou moins de NEC=5
Sur 9-points	Sur 5-points			
8. Obèse		**Côtes et autres saillies osseuses :** les côtes sont très difficiles à palper, sous une épaisse couche graisseuse. Les autres saillies osseuses sont enrobées de dépôts graisseux abondants. **Base de la queue :** paraît épaissie, les structures osseuses sont difficiles à palper. **Aspect général :** poche ventrale, pas de taille et dos très élargi en vue de dessus. Dépôts graisseux en zone lombaire et sur l'encolure.	30-40%	+30-45%
9. Fortement obèse	5	**Côtes et autres saillies osseuses :** les côtes sont très difficiles à palper, sous une massive couche graisseuse Les autres saillies osseuses sont enrobées d'abondants dépôts graisseux entre la peau et les os. **Base de la queue :** paraît épaissie, structures osseuses presque impossible à palper.	>40%	+>45%

D'après *Laflamme DP 1997b, Laflamme DP 1993, Laflamme DP 2006, Laflamme DP et al. 1994, Mawby DI et al. 2004.*

Tableau VII-3.
Système de notation de la masse musculaire en 4 points

0	A la palpation de la colonne vertébrale, des omoplates, du crâne ou des crêtes iliaques, la masse musculaire est sévèrement déficitaire.
1	A la palpation de la colonne vertébrale, des omoplates du crâne ou des crêtes iliaques, la masse musculaire est modérément déficitaire.
2	A la palpation de la colonne vertébrale, des omoplates, du crâne ou des crêtes iliaques, la masse musculaire est légèrement déficitaire, comme cela est mis en évidence par une légère mais perceptible diminution de la masse musculaire.
3	A la palpation de la colonne vertébrale, des omoplates du crâne ou des crêtes iliaques, la masse musculaire est normale.

D'après *Baez J et al. 2007, Michel KE et al. 2011*

7.2. ENERGIE

7.2.1. Introduction

Les instructions d'alimentation, plus que toute autre mention sur l'étiquette d'un aliment pour animal familier, attirent l'attention du consommateur, pour qui la quantité d'aliment à distribuer est certainement un point clé.

Les besoins en énergie varient considérablement entre chaque chien et chaque chat, même pour des animaux élevés dans les mêmes conditions. Cette large variation entre individus peut être la conséquence de différences d'âge, de race, de format, d'état corporel, des caractéristiques isolantes de la peau et du pelage, du tempérament, de l'état de santé ou de l'activité. Elle peut être également causée par des facteurs environnementaux, tels que la température ambiante et les conditions d'hébergement (Meyer & Zentek 2005, NRC 2006).

Il n'y a pas de formule qui seule permette de calculer les besoins en énergie de tous les chiens et chats *(Heusner AA 1991)*, et chaque équation prédit seulement une moyenne théorique pour un groupe spécifique d'animaux.

Fournir des recommandations satisfaisantes de rationnement reste donc un défi permanent pour les fournisseurs d'aliments pour animaux familiers. La section suivante donne des recommandations générales pour les chiens et chats familiers, et devrait être considérée comme un point de départ. La présentation qui suit vise à clarifier certaines des différences prépondérantes observées entre chiens ou entre chats.

Tableau VII-4. Abréviations

BEE	Besoin Energétique d'Entretien	**TMB**	Taux Métabolique de Base
BEQ	Besoin Energétique Quotidien	**MJ**	Mégajoule
EB	Energie Brute	**MS**	Matière Sèche
ED	Energie Digestible	**NEC**	Note d'Etat Corporel (maigre, idéal, surpoids, obèse)
EM	Energie Métabolisable	**P (ou PV)**	Poids Corporel (ou Poids Vif)
ENA	Extractif Non Azoté	**TCS**	Température Critique Supérieure
kcal	Kilocalorie	**ZNT**	Zone de Neutralité Thermique
kJ	Kilojoule		

7.2.2. Densité énergétique de l'aliment

L'énergie est exprimée soit en kilocalories (kcal) soit en kilojoules (kJ).

Conversions 1kcal = 1000 cal = 4.184kJ

MJ = 1000kJ = 239kcal

7.2.2.1. Energie Brute

L'énergie brute (EB) d'un aliment est définie comme l'énergie de la totalité des composés chimiques combustibles dégagée par la combustion complète de l'aliment dans une bombe calorimétrique *(NRC 2006b)*. Les valeurs en EB prédites des protéines, matières grasses et glucides sont listées dans le tableau VII-5.

Tableau VII-5.
Valeurs prédites en énergie brute des protéines, graisses et glucides.

Nutriment	Energie brute	
Protéines brutes	5,7 kcal/g	23,8 kJ/g
Matières grasses brutes	9,4 kcal/g	39,3 kJ/g
ENA + cellulose brute	4,1 kcal/g	17,1 kJ/g

(Kienzle E et al. 2002, NRC 2006b)

7.2.2.2. Energie métabolisable

L'énergie digestible et l'énergie métabolisable (EM) sont une manière plus précise d'exprimer la densité énergétique d'un aliment. L'EM reflète mieux l'énergie utilisée par l'animal, mais est plus difficile à déterminer. La façon la plus appropriée de mesurer l'EM d'un aliment pour animaux de compagnie est d'effectuer des tests de digestibilité conduits selon l'une des deux méthodes décrites au chapitre 6. Étant donné que les études sur animaux exigent beaucoup de travail, des équations de prédiction sont largement utilisées pour calculer les concentrations en EM des aliments pour chiens et chats. Plusieurs de ces équations ont été développées au fil des ans, leur exactitude et leur précision ont été comparées aux équations issues d'études en alimentation animale.

Des revues de synthèse récentes *(Calvez J et al. 2012a,* Calvez *J et al. 2012b)* ont comparé la précision de la méthode d'Atwater modifiée et des équations citées par le National Research Council (NRC) pour estimer l'EM mesurée et ont montré les points suivants :

- Les équations citées par le NRC estiment plus précisément l'EM comparativement à la méthode Atwater modifiée pour les aliments secs pour chiens et chats.
- La méthode Atwater modifiée et les équations du NRC estiment l'EM avec une précision équivalente et modérée pour les aliments humides pour chiens et chats.

a) Equations de prédiction (NRC 2006a) de l'EM dans les aliments pour chiens et chats

L'EM dans les aliments industriels pour chiens et chats (humides et secs), se calcule en 4 étapes :

1.	**Calculer l'EB**	
	EB (kcal) =	(5,7 x % protéines brutes) + (9,4 x % matières grasses brutes) + [4,1 x (% ENA + % cellulose brute)]
	EB (kJ) =	(23,85 x % protéines brutes) + (39,33 x % matières grasses brutes) + [17,15 x (% ENA + % cellulose brute)]
2.	**Calculer la digestibilité de l'énergie (%) :**	
Chiens:	% digestibilité de l'énergie =	91,2 – (1,43 x % cellulose brute dans la MS)
Chats:	% digestibilité de l'énergie =	87,9 – (0,88 x % cellulose brute dans la MS)
3.	**Calculer l'énergie digestible:**	
	kcal ED =	(kcal EB x digestibilité de l'énergie) / 100
	kJ ED =	(kJ EB x digestibilité de l'énergie) / 100
4.	**Calculer l'énergie métabolisable:**	
Chiens:	kcal ME =	kcal ED – (1,04 x % protéines brutes)
	kJ ME =	kJ ED – (4,35 x % protéines brutes)
Chats:	kcal ME =	kcal ED – (0,77 x % protéines brutes)
	kJ ME =	kJ ED – (3,22 x % protéines brutes)

Remarque : Dans les aliments pour chiens ayant une teneur en cellulose brute supérieure à 8% en MS et un pourcentage élevé de glucides complexes non-amylacés fermentescibles dans la fraction de cellulose brute, l'équation prédictive peut sous-estimer la densité énergétique.

b) L'EM dans les produits d'origine végétale ou animale, à l'état naturel, frais ou en conserve, tels que viande, abats, produits laitiers, sources d'amidon cuit, ainsi que dans les produits spéciaux hautement digestibles tels que les substituts du lait ou les régimes alimentaires pour la nutrition entérale, doit être calculée avec les équations suivantes :

Chiens Calculer l'EB	
kcal EM =	(4 x % protéines brutes) + (9 x % matières grasses brutes) + (4 x % ENA)
kJ EM =	(16.7 x % protéines brutes) + (37.6 x % matières grasses brutes) + (16.7 x % ENA)
Chats **Calculer la digestibilité de l'énergie (%):**	
kcal EM=	(4 x % protéines brutes) + (8.5 x % matières grasses brutes) + (4 x % ENA)
kJ EM =	(16.7 x % protéines brutes) + (35.6 x % matières grasses brutes) + (16.7 x % ENA)

c) Détermination de l'EM des aliments par des tests d'alimentation Les fabricants doivent être conscients que les tests d'alimentation sont considérés comme la référence absolue pour la détermination du niveau d'énergie de tout aliment pour animaux de compagnie. En utilisant les essais décrits au chapitre 6, l'énergie digestible (ED) peut être mesurée avec précision. Un facteur approximatif de 0,9 permet de convertir l'énergie digestible en énergie métabolisable. Parallèlement, le NRC 2006 recommande de soustraire 1.25kcal / g de protéines brutes digestibles (5.23kJ / g) pour les chiens et 0.9kcal / g (3.77kJ / g) pour les chats *(NRC 2006a).*

La FEDIAF recommande aux membres qui souhaitent utiliser des essais d'évaluation d'aliment d'utiliser le protocole de collecte totale décrit au chapitre 6, section 6.2.

7.2.3. Revue bibliographique sur les besoins énergétiques des chiens

Alors que les formules donnent une moyenne des besoins en énergie métabolisable, les besoins réels des chiens et chats peuvent varier énormément selon différents facteurs *(Meyer H and Zentek J 2005, NRC 1985b, NRC 2006j)*.

Les apports énergétiques recommandés pour l'entretien des chiens adultes sont très variables, avec des chiffres allant de moins de 90 kcal EM/kg $PV^{0,75}$ (377 kJ) à près de 200 kcal EM/kg $PV^{0,75}$ (810 kJ). Cette diversité n'est pas surprenante si on considère la variabilité de format adulte entre les différentes races qui, avec des poids vifs adultes de 1 kg (Chihuahua) à 90 kg voire plus (St Bernard), est la plus importante parmi les espèces de mammifères *(Lauten SD 2006)*.

L'apport énergétique finalement nécessaire à un chien donné est significativement influencé par des facteurs comme l'âge, la race, le format, l'activité, l'environnement, le tempérament, les caractéristiques isolantes de la peau et du pelage, l'état corporel et l'état de santé.

7.2.3.1. Besoin énergétique d'entretien (BEE) des chiens adultes

Les besoins en énergie des animaux présentant une large gamme de poids ne sont pas corrélés linéairement à leur poids vif (PV) exprimé en kg *(Meyer H et al. 1986, NRC 1985a)*. Les besoins en énergie sont plus étroitement corrélés au PV élevé à une certaine puissance : la plupart du temps, le besoin énergétique quotidien des chiens est calculé en fonction du poids métabolique, égal à (PV kg) ^{0,75}. Sa pertinence pour les chiens a été remise en question ; une alternative valide (PV kg) ^{0,67}] est plus liée à la surface corporelle, et pourrait donc mieux refléter la production de chaleur *(Finke MD 1994, Kienzle E et al. 1991, Männer K 1991)*. L'équation du BEE donne la valeur moyenne attendue pour un « chien typique d'une taille donnée ». Nous continuerons à utiliser (PV kg)^{0,75}, qui est recommandé également par le NRC *(NRC 2006j)*.

Le besoin énergétique d'entretien (BEE) est la quantité d'énergie dépensée par un animal adulte modérément actif. Il est égal au besoin du métabolisme de base (TMB) majoré des coûts énergétiques permettant d'ingérer, digérer et absorber la nourriture en quantité nécessaire pour maintenir le poids vif.

Il inclut les calories nécessaires à l'activité spontanée (inévitable) et, en cas de dépassement de la température critique, l'énergie nécessaire pour maintenir la température corporelle normale *(Meyer H and Zentek J 2005, Rainbird AL et al. 1989)*. Indépendant du PV, le BEE est influencé par des différences d'âge, de type et de race, d'activité, tempérament, température ambiante, caractéristiques isolantes de la peau (par ex longueur du poil et graisse sous-cutanée) et d'environnement social, parmi lesquels l'âge et l'activité apparaissent les contributeurs les plus importants aux besoins énergétiques individuels *(Burger IH 1994, Finke MD 1994, Kienzle E and Rainbird A 1991, Meyer H and Heckötter E 1986, NRC 2006j)*.

Les recommandations concernant le BEE peuvent surestimer les besoins énergétiques de 10 à 60 % *(Männer K 1991, NRC 2006b*). Elles incluent souvent une part raisonnable pour l'activité, alors qu'environ 19 % des propriétaires ne jouent jamais avec leur chien et que 22 % les sortent faire de l'exercice moins de trois heures par semaine *(Slater MR et al. 1995).*

7.2.3.2. Activité

Il est clair que l'activité spontanée influence significativement le BEE ; par exemple, se tenir debout requiert 40 % d'énergie de plus qu'être couché *(Meyer H and Zentek J 2005)*. Toutefois, les recommandations en BEE ne mentionnent pas toujours le degré d'activité qu'elles incluent, alors que la prise en compte de l'activité est importante pour le calcul du besoin énergétique de chaque animal. De fait, les recommandations moyennes peuvent être surévaluées pour environ un chien sur quatre, puisque pratiquement un quart des propriétaires font faire à leur chien moins de trois heures d'exercice par semaine (*Slater MR et al. 1995)*. Pour éviter la suralimentation et le risque d'obésité, mieux vaut démarrer avec un moindre BEE calculé quitte à l'augmenter pour maintenir le poids vif optimal.

7.2.3.3. Age

En dehors de la lactation et d'une activité imposée lors du travail ou du sport, l'âge est peut-être le seul facteur le plus important qui influence le BEE de la plupart des chiens vivant dans les foyers *(Finke MD 1994)*. Trois groupes de chiens adultes peuvent être distingués : les chiens âgés d'un à deux ans, le chien adulte moyen (âgé de trois à sept ans) et les chiens de plus de sept ans *(Finke MD 1994, Kienzle E and Rainbird A 1991)*. Les jeunes chiens adultes, de moins de deux ans, nécessitent plus d'énergie, car ils sont plus actifs et, malgré un poids similaire à celui des chiens plus âgés de même race, ils peuvent encore se

développer *(Meyer H and Zentek J 2005, Rainbird AL and Kienzle E 1989)*. Les animaux plus âgés ont besoin de moins de calories du fait d'une moindre activité *(Finke MD 1991, Meyer H and Zentek J 2005)*.

Pour certains chiens, toutefois, les besoins en calories peuvent encore diminuer en raison d'une augmentation de la graisse sous-cutanée et d'une diminution de la température corporelle *(Meyer H and Zentek J 2005)*. Les chiens de plus de sept ans peuvent avoir besoin de 10 à 15 % d'énergie en moins que les chiens de trois à sept ans *(Finke MD 1994, Kienzle E and Rainbird A 1991)*. Par conséquent, les recommandations pratiques doivent toujours se référer à l'âge *(Finke MD 1994, Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 1989)*. L'âge auquel l'activité d'un chien décroît peut différer selon la race et les individus. La plupart des travaux scientifiques considérés utilisent l'âge de sept ans comme point de rupture, mais cela ne devrait pas être considéré comme une règle générale.

7.2.3.4. Race & type

Il a été prouvé que certaines races telles que Terre-Neuve et Husky ont des besoins énergétiques relativement moindres, alors que les Grands Danois ont un BEE supérieur à la moyenne *(Kienzle E and Rainbird A 1991, Rainbird AL and Kienzle E 1989, Zentek J et al. 1992)*. Les besoins propres à chaque race traduisent probablement des différences de tempérament, qui entraînent une activité plus ou moins grande, aussi bien qu'une variation du gabarit ou de la capacité isolante de la peau et du pelage, qui influence le niveau de perte de chaleur. Toutefois, lorsque les données sont corrigées sur l'âge, les différences entre races deviennent moins importantes *(Finke MD 1994)*. Depuis, le NRC présente les Terre-Neuve, les Grands Danois et les Terriers comme des races dont les besoins énergétiques sortent de la plage de prédiction *(NRC 2006b)*.

7.2.3.5. Thermorégulation et lieu de vie

Un environnement frais augmente la dépense énergétique des animaux *(Blaza SE et al. 1982, Finke MD 1991, Meyer H and Zentek J 2005, NRC 1985b, Walters L et al. 1993)*. Lorsqu'ils sont laissés dehors l'hiver, les chiens peuvent avoir besoin de 10 à 90 % de calories de plus qu'en été.

L'énergie nécessaire pour maintenir la température du corps est minimale à une température appelée zone de neutralité thermique (ZNT). La ZNT dépend de l'espèce et de la race, et elle est d'autant plus basse que l'isolation thermique est meilleure. La ZNT a été estimée à 15-20 °C pour les races de chiens à poils longs et à 20-25 °C pour les races de chiens à poils courts ; elle peut s'abaisser à 10-15 °C pour les Huskies d'Alaska *(Kleiber M 1961, Männer K 1991, Meyer H and Zentek J 2005, Zentek J and Meyer H 1992)*.

En plus de la capacité d'isolation thermique, les dépenses énergétiques dépendent également des différences de gabarit, de comportement et d'activité en période froide, ainsi que du degré d'acclimatation *(Finke MD 1991, Meyer H and Zentek J 2005, NRC 1985b, Zentek J and Meyer H 1992)*, tout comme de la circulation de l'air et de l'humidité atmosphérique *(McNamara JH 1989, Meyer H and Zentek J 2005)*. Les animaux vivant ensemble peuvent réduire le taux de perte de chaleur en se blottissant les uns contre les autres ; ce phénomène est très important pour les nouveau-nés *(Kleiber M 1961)*.

Lors d'une exposition à la chaleur, le niveau du métabolisme basal ne peut pas être abaissé *Ruckebusch Y et al. 1991)*. Si la température ambiante dépasse la température critique supérieure (TCS), l'animal doit évacuer la chaleur, soit en augmentant le flux sanguin superficiel (vasodilatation), soit en augmentant l'évaporation de l'eau (halètement), ce qui consomme également de l'énergie *(Kleiber M 1961)*. La vasodilatation devient inefficace lorsque la température ambiante atteint la température rectale *(Kleiber M 1961)*. La TCS pour les chiens adultes semble comprise entre 30 et 35 °C *(NRC 2006k)*.

Les chiens logés individuellement avec peu

d'occasions de bouger peuvent avoir des besoins énergétiques quotidiens (BEQ) aussi bas que 70 kcal EM/kg^{0,75}. Chez les chiens vivant en chenil avec des congénères et beaucoup d'interactions qui stimulent l'activité, le BEQ peut dépasser 144 kcal EM/kgPV^{0,75} (602,5 kJ/kgPV^{0,75}) *(NRC 2006b).*

La thermogenèse induite par l'aliment joue un petit rôle ; elle représente environ 10 % de la dépense énergétique quotidienne chez les chiens. Elle augmente avec les régimes riches en protéines et est supérieure chez les chiens nourris en quatre repas par jour par rapport aux chiens nourris d'un seul repas quotidien *(NRC 2006b)*.

7.2.4. Recommandations pratiques pour la consommation d'énergie des chiens et chats selon le stade physiologique.

Comme mentionné plus haut, il est impossible d'avoir une même équation qui exprime les besoins énergétiques pour chaque animal. Puisque les besoins énergétiques d'un individu peuvent différer de la moyenne indiquée dans les tableaux, ces recommandations doivent uniquement être utilisées comme base de départ, et le propriétaire doit adapter la quantité lorsque l'animal a tendance à perdre ou à gagner du poids.

7.2.4.1. Chiens

Les tableaux VII-6 à VII-8 donnent des recommandations pratiques pour les besoins énergétiques d'entretien (BEE) des chiens adultes à différents âges (Tableau VII-6), pour l'énergie en fonction de l'activité (Tableau VII-7) ou pour la croissance et la reproduction (Tableau VII-8).

a) Besoins énergétiques d'entretien

Selon l'étude de *Kealy et al. (2002)*, il est recommandé de nourrir les chiens en maintenant une note d'état corporel (NEC) entre 4 et 5 sur l'échelle NEC en 9 points (voir Tableau VII-2), pour une santé et une longévité optimale.

Le Tableau VII-6 fournit le BEE à différents âges sans tenir compte du niveau d'activité. Toutefois, certains jeunes chiens adultes peuvent avoir un mode de vie sédentaire nécessitant moins de calories que la moyenne indiquée dans le tableau VII-6, alors que des chiens plus âgés (> 7 ans) qui jouent et courent encore auront des besoins énergétiques supérieurs à ceux indiqués.

Tableau VII-6.
Recommandations pratiques pour les BEE du chien à différents âges.

Age (ans)	kcal EM/kg$^{0.75}$	kJ EM/kg$^{0.75}$
1 – 2	130 (125-140)	550 (523-585)
3 – 7	110 (95-130)	460 (398-545)
> 7 (chiens âgés)	95 (80-120)	398 (335-500)

(Männer K 1990, Burger IH 1994, Wichert B et al. 1999, Connor MM et al. 2000, Kealy RD et al. 2002, , NRC 2006b, Patil AR et al. 2002).

Les valeurs indiquées dans le tableau VII-6 sont uniquement des bases de départ. La quantité d'énergie dont un chien particulier aura finalement besoin est significativement affectée par d'autres

facteurs comme l'activité, l'environnement, la race, le tempérament, les caractéristiques d'isolation de la peau et du pelage, l'état corporel et l'état de santé.

Le Tableau VII-7 donne des exemples de besoins énergétiques quotidiens de chiens ayant différents niveaux d'activité, pour des races spécifiques et pour des adultes sujets à l'obésité. C'est une bonne alternative au tableau VII-6 pour estimer le besoin énergétique des chiens adultes.

Tableau VII-7.
Recommandations pour les BEQ en relation avec l'activité

Niveau d'activité	kcal EM/kg0.75	kJ EM/kg0.75
Peu d'activité (< 1 h/jour) (par ex.promenade en laisse)	95	398
Activité modérée (1 à 3 h/jour) (activité à faible impact)	110	460
Activité modérée (1 à 3 h/jour) (activité à fort impact)	125	523
Grande activité (3 à 6 h/jour) (chiens de travail, par ex. chiens de berger)	150 -175	628–732
Grande activité en conditions extrêmes (chiens de courses de traîneaux à 168 km/j dans un froid extrême)	860-1240	3600-5190
Adultes prédisposés à l'obésité	≤90	≤377
Spécificités raciales :		
Grand danois	200 (200-250)	837 (837-1046)
Terre Neuve	105 (80-132)	439 (335-550)

(Männer K 1990, Burger IH 1994, Wichert B et al. 1999, Connor MM et al. 2000, Kealy RD et al. 2002, Patil AR andBisby TM 2002, NRC 2006b, NRC 2006)

De plus, lorsque les chiens sont hébergés à une température ambiante inférieure ou supérieure à leur propre zone de neutralité thermique, le BEE augmente de 2 à 5 kcal (8 à 21 kJ) par $kg^{0,75}$ pour chaque degré Celsius *(NRC 2006k).*

b) Croissance et reproduction

Les besoins énergétiques pour la lactation dépendent de la taille de la portée. À l'exception de celles qui n'ont qu'un ou deux chiots, les chiennes allaitantes devraient être alimentées à volonté.

Le tableau VII-8 fournit des équations permettant de calculer les besoins énergétiques moyens des chiennes allaitantes à différentes étapes de lactation.

Suralimenter les chiots peut provoquer des déformations du squelette en particulier pour les races de grande et très grande taille *(Dämmrich K 1991, Kealy RD et al. 2002, Kealy RD et al. 1992, Meyer H et al. 1992, Richardson DC et al. 1997)*). Par conséquent, les chiots ne doivent jamais être alimentés à volonté et le gain de poids doit être étroitement surveillé.

Tableau VII-8.
Besoins énergétiques moyens pendant la croissance et la reproduction chez les chiens

Chiots	Age	Besoin énergétique	
	Chiots nouveau-nés	25kcal/100g PV	105kJ/100g PV
	Jusqu'à 50 % du poids adulte	210kcal/kg $PV^{0.75}$	880kJ/kg $PV^{0.75}$
	De 50 à 80 % du poids adulte	175kcal/kg $PV^{0.75}$	730kJ/kg $PV^{0.75}$
	De 80 à 100 % du poids adulte	140kcal/kg $PV^{0.75}$	585kJ/kg $PV^{0.75}$
Chiennes	**Phase de Reproduction**	**Besoin énergétique**	
Gestation*	semaines 1 à 4 de gestation	132kcal/kg $PV^{0.75}$	550kJ/kg $PV^{0.75}$
	semaines 5 à 9 de gestation	132kcal/kg $PV^{0.75}$ + 26kcal/kg PV	550kJ/kg $PV^{0.75}$ + 110 /kg PV
Lactation**	**Chienne allaitante**	**kcal**	**kJ**
	1 à 4 chiots	145/kg $PV^{0.75}$ + 24n x kg PV x L	607/kg $PV^{0.75}$ + 100n x kg PV x L
	5 à 8 chiots	145/kg $PV^{0.75}$ + (96 + 12n) x kg PV x L	607/kg $PV^{0.75}$ + (400 + 50n) x kg PV x L

**Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 1989*
*** NRC 2006b, NRC 2006h*
n = nombre de chiots; L = 0.75 en semaine1 de lactation; 0.95 en semaine2; 1,1 en semaine3 et 1,2 en semaine4

7.2.4.2. Chats

Du fait de la faible variation des poids corporels des adultes, les besoins énergétiques des chats sont souvent exprimés par kg de poids vif et non par kg de poids métabolique. De plus, si le poids métabolique est utilisé pour calculer le BEE, il est recommandé d'utiliser le coefficient allométrique intraspécifique de 0,67 proposé par Heusner en 1991 *(NRC 2006b)*, qui a été confirmé comme plus approprié que celui de 0,75 *(Edtstadtler-Peitsch G 2003, Nguyen P et al. 2001)*.

Bien que le NRC spécifie que 100kcal/$kg^{0,67}$ n'est valide que pour les chats sveltes, un grand nombre de chats sveltes peuvent avoir besoin de moins d'énergie *(Riond JL et al. 2003, Wichert B et al. 2007)*. Les recommandations de la FEDIAF pour les chats adultes à niveau d'activité normal sont conformes à celles du NRC *(NRC 2006j)*, sur la base d'un besoin énergétique d'entretien de 100kcal/kg$PV^{0.67}$.

Pour les chats adultes d'intérieur et / ou stérilisés, le besoin énergétique d'entretien moyen est estimé à 75kcal/kg$PV^{0.67}$ *(Fettman MJ et al. 1997, Harper EJ et al. 2001)*.

Bjornvad CR et al. *(2011)* recommandent que les chats stérilisés soient alimentés de façon à maintenir leur note d'état corporel (NEC) à 4 sur l'échelle NEC en 9 points (voir ANNEXE 7.1.).

Tableau VII-9.
Besoins énergétiques quotidiens moyens des chats adultes

Sexe - Activité	kcal EM/kg0.67	cal EM/kgPV (chat de 4kg)	kJ EM/kg0.67	kJ EM/kgPV (chat de 4 kg)
Chats stérilisés et/ou d'intérieur	52-75	35-45	215-314	145-190
Chats actifs	100	60-65	418	250-270

(Riond JL et al. 2003, NRC 2006b, NRC 2006h, Wichert B et al. 2007).

Tableau VII-10.
Besoins énergétiques moyens pendant la croissance et la reproduction chez les chats

Chatons	Age	Multiple du BEE	
	Jusqu'à 4 mois	2,0-2,5	
	4 à 9 mois	1,75-2,0	
	9 à 12 mois	1,5	
Chattes	**Phase de reproduction**		
Gestation		140kcal/kg $PV^{0.67}$	585kJ/kg $PV^{0.67}$
Lactation	< 3 chatons	100kcal/kg $PV^{0.67}$ + 18 x kg PV x L	418kJ/kg $PV^{0.67}$ + 75 x kg PV x L
	3-4 chatons	100kcal/kg $PV^{0.67}$ + 60 x kg PV x L	418kJ/kg $PV^{0.67}$ + 250 x kg PV x L
	> 4 chatons	100kcal/kg $PV^{0.67}$ + 70 x kg PV x L	418kJ/kg $PV^{0.67}$ + 293 x kg PV x L

(Loveridge GG 1986, Loveridge GG 1987, Rainbird A 1988, Dobenecker B et al. 1998, Kienzle E et al. 1998, Debraekeleer J et al. 2000, Nguyen P et al. 2001, NRC 2006b, NRC 2006h).

L = 0,9 en semaines 1-2 de lactation; =1,2 en semaines 1-4; = 1,1 en semaine5; =1 en semaine6; et= 0,8 en semaine7 .

Tableau VII-11.

Niveaux en nutriments recommandés pour les chiens et les chats– Unités par kg de poids métabolique (chiens kgPV0.75, chats kgPV0.67)

Nutriment	UNITÉ	Niveaux minimum en nutriments recommandés par kg Poids métabolique (chiens $kgPV^{0.75}$; chats $kgPV^{0.67}$)	
		Chien adulte entretien	Chat adulte entretien
Protéines*	**g**	**4,95**	**6,25**
Arginine*	g	0,14	0,25
Histidine	g	0,06	0,08
Isoleucine	g	0,13	0,12
Leucine	g	0,23	0,29
Lysine*	g	0,12	0,09
Méthionine*	g	0,11	0,04
Méthionine + cystine*	g	0,21	0,09
Phénylalanine	g	0,15	0,12
Phénylalanine + tyrosine*	g	0,24	0,44
Thréonine	g	0,14	0,15
Tryptophane	g	0,05	0,04
Valine	g	0,16	0,15
Taurine (aliments en conserve)*	g		0,05
Taurine (aliments secs)*	g		0,03
Matières grasses *	**g**	**1,51**	**2,25**
Acide linoléique (ω-6) *	g	0,36	0,13
Acide arachidonique (ω-6)	mg	-	1,50
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-
Mineraux			
Calcium	g	0,14	0,10
Phosphore	g	0,11	0,06
Potassium	g	0,14	0,15
Sodium*	g	0,03	0,02
Chlorure	g	0,04	0,03
Magnésium	g	0,02	0,01
Oligoéléments*			
Cuivre*	mg	0,20	0,13
Iode*	mg	0,03	0,03
Fer*	mg	1,00	2,00
Manganèse	mg	0,16	0,13
Sélénium* (aliments humides)	µg	6,40	6,60
Sélénium* (aliments secs)	µg	5,20	5,30
Zinc*	mg	2,00	1,88
Vitamines			
Vitamine A*	UI	167	83,25
Vitamine D*	UI	15,2	6,25
Vitamine E*	UI	1,00	0,95
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,06	0,11
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	0,17	0,08
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	0,39	0,14
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,04	0,06
Vitamine B12 (Cobalamine)*	µg	0,92	0,44
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	0,45	0,79
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	7,10	19,00
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	1,50
Choline	mg	45	60
Vitamine K*	µg	-	-

Tableau VII-12
Impact du besoin énergétique sur la consommation de nutriments et le minimum recommandé

Exemple: Impact du besoin en énergie sur la consommation de matière sèche et nutriments				
	Chat de 4kg		Chien de 15kg	
BEE	100kcal/kgPV^{0,67}	75kcal/kgPV^{0,67}	110kcal/kgPV^{0,75}	95kcal/kgPV^{0,75}
consommation énergétique quotidienne	253kcal	189kcal	838kcal	724kcal
Consommation en MS (400kcal/100g MS)	63g	47g	210g	181g
Besoin quotidien total en Zn	4,75mg		15mg	
Niveau adéquat en Zn	7,5 mg/100g MS	10,0 mg/100g MS	7,2 mg/100g MS	8,34 mg/100g MS

7.2.5. Impact du besoin énergétique sur la formulation du produit

Une alimentation équilibrée garantissant des apports adéquats en énergie, protéines, minéraux et vitamines est essentielle aux chiens et aux chats afin de leur assurer santé et longévité. Pour atteindre l'apport recommandé en énergie et nutriments, les produits doivent être formulés pour couvrir ces besoins. Les recommandations de la FEDIAF sont principalement basées sur celles du NRC *(NRC 2006j)* ainsi que sur d'autres publications scientifiques validées par des comités de lecture telles que celles référencées dans les tableaux de justification. Les principales différences entre les recommandations de la FEDIAF et celles du NRC pour les chats et chiens adultes reposent sur un ajustement systématique appliqué à tous les nutriments essentiels à partir de différentes hypothèses sur les besoins énergétiques quotidiens d'entretien.

Les recommandations NRC pour d'entretien du chien adulte sont basées sur un besoin énergétique d'entretien moyen de 130kcal/kgPV$^{0.75}$/j (1000 kcal EM/j), qui correspond à la consommation énergétique moyenne observée chez des chiens de chenil de laboratoire ou chez des chiens de compagnie actifs.

La FEDIAF adopte toutefois une approche différente et utilise un besoin énergétique moyen de 110kcal/ kgPV$^{0.75}$ /j (838kcal/j pour un chien de 15kg) comme base des recommandations pour l'adulte à l'entretien, qui correspond typiquement à un chien ayant 1-3 heures d'activité modérée ou moins d'une heure d'activité intense *(Burger IH 1994, Connor MM et al. 2000, Kealy RD et al. 2002)*. Des études s'intéressant au besoin énergétique d'entretien des chiens adultes dans les foyers monopossesseurs avec moins d'1 heure d'activité modérée par jour telle que la promenade en laisse, montrent que l'apport moyen en énergie varie de 94 à 105kcal *(Connor MM et al. 2000, Patil AR and Bisby TM 2002, Thes M et al. 2015, Wichert B et al. 1999)*. Ces conclusions ont été prises en compte par la FEDIAF avec l'introduction de recommandations distinctes en nutriments pour les chiens adultes avec un besoin énergétique d'entretien de 95kcal/ kgPV$^{0.75}$ (724kcal/j pour un chien de 15kg).

Les recommandations de la FEDIAF pour les chats adultes à niveau d'activité normal sont conformes à celles du NRC (*NRC 2006j)*, dans l'hypothèse d'un besoin énergétique quotidien de 100kcal/kgPV$^{0.67}$/j

(253kcal/j pour un chat de 4kg). Pour les chats adultes d'intérieur et / ou stérilisés le besoin énergétique moyen d'entretien est évalué à 75kcal/kgPV$^{0.67}$/j (189kcal/j pour un chat de 4kg) *(Fettman MJ et al. 1997, Harper EJ et al. 2001)*. Une vie exclusivement sédentaire combinée à la stérilisation devient de plus en plus fréquente chez les chats domestiques adultes en Europe. Ceci est pris en compte, tout comme pour les chiens, par l'introduction de recommandations en nutriments distinctes pour les chats adultes qui consomment 75kcal/kgPV$^{.67}$/j.

Des différences de consommation en énergie affectent elles les recommandations en nutriments ?

L'approche consistant à exprimer des recommandations en nutriments pour 1000kcal ou MJ est une reconnaissance de la relation étroite entre consommation en énergie et en nutriments.

Néanmoins, il convient de satisfaire les besoins en énergie avant ceux en protéines, en minéraux ou en vitamines. Ceci conduit à un risque accru de carences en nutriments avec un impact négatif conséquent sur la santé et le bien-être. Par conséquent, un ajustement systématique sur tous les nutriments essentiels est nécessaire en cas d'alimentation en dessous de l'hypothèse standard du NRC de 100kcal/kgPV$^{0.67}$/j pour un chat de 4kg, et de 130 kcal/ kgPV$^{0.75}$/j pour un chien de 15kg.

La cible de teneur en nutriments (unités/1000kcal) se calcule en utilisant l'équation suivante, afin de satisfaire les besoins minimaux en ces nutriments.

$$\text{Unités/1000kcal} = \frac{\text{Besoin en nutriments quotidien (Unités/kg PM) x 1000}}{\text{BEQ (kcal/kg PM)}}$$

Avec PM = Poids métabolique = PV ^{0,75} en chien et =PV ^{0,67} en chat

7.3. TAURINE

7.3.1. Introduction

La taurine (acide 2-aminoéthanesulfonique = NH_2CH_2-CH_2-SO_3H) est un acide β-aminosulfonique plutôt qu'un acide aminé α-carboxylique *(Huxtable RJ 1992)*. Elle a été isolée pour la première fois dans la bile du boeuf « Bos Taurus » d'où son nom (Huxtable 1992).

Les chiens et les chats utilisent exclusivement la taurine pour conjuguer les acides biliaires.

Chez les chiens, le niveau de synthèse de taurine semble couvrir correctement leurs besoins, si leur alimentation est suffisamment pourvue en acides aminés soufrés. Chez les chats, la capacité à synthétiser la taurine est limitée et insuffisante pour compenser les pertes naturelles par la conjugaison des acides biliaires (acide taurocholique) dans le tractus gastro-intestinal. Pour cette raison, la taurine est un nutriment essentiel pour le chat.

Pour plus d'informations, veuillez également consulter le chapitre 3.

7.3.2.Chat

La carence en taurine peut entraîner une dégénérescence centrale rétinienne féline, une myocardiopathie dilatée et de l'infertilité. L'apport en taurine est considéré comme suffisant lorsque les niveaux plasmatiques sont supérieurs à 50-60 µmol/L *(Douglass GM et al. 1991, Pion P et al. 1987)* ou que la concentration sanguine est supérieure ou égale à 200 µmol/L *(Fox P 2000)*.

À la fin des années 1980, les aliments pour chats du

commerce aux teneurs en taurine considérées comme appropriées sur la base d'études avec des régimes purifiés *(Burger IH et al. 1982)* ont conduit à des concentrations plasmatiques faibles en taurine chez les chats et ont été associés à l'apparition de dégénérescences rétiniennes et de myocardiopathies dilatées *(Pion P et al. 1987)*.

La taurine n'est pas dégradée par les enzymes des mammifères, mais excrétée telle quelle dans l'urine ou sous la forme de taurocholate, ou liée à des acides biliaires au long du tractus gastro-intestinal *Huxtable RJ 1992, Odle J et al. 1993)*. Toutefois, des études de bilan ont montré que la taurine pouvait être dégradée par la microflore intestinale *(Morris JG et al. 1994)*. La composition des aliments pour chats autant que le processus de fabrication influencent cette dégradation intestinale *(Morris JG et al. 1994)*. Hickman *et al.* ont montré que les aliments pour chat traités thermiquement entrainaient des faibles teneurs plasmatiques en taurine et des pertes plus grandes par rapport aux mêmes aliments conservés congelés *(Hickman MA et al. 1990, Hickman MA et al. 1992)*. Ceci était dû à une sensibilité accrue de la taurine à la dégradation par les bactéries intestinales du fait du traitement thermique *(Morris JG et al. 1994)*. Pour cette raison, la teneur recommandée en taurine dans les aliments en conserve pour chats est plus importante que dans les aliments secs ou les régimes purifiés.

7.3.3. Chien

Les chiens en bonne santé synthétisent suffisamment de taurine à partir des acides aminés soufrés de l'aliment tels que la méthionine et la cystéine. Néanmoins, de faibles concentrations plasmatiques ou sanguines en taurine peuvent être observées chez des chiens recevant une alimentation non supplémentée et très pauvre en protéines, ou contenant peu d'acides aminés soufrés ou avec une faible disponibilité des acides aminés soufrés *(Backus RC et al. 2003, Sanderson SL et al. 2001)*. Certains aliments à base d'agneau et de riz peuvent augmenter le risque de statut bas en taurine, du fait de la faible biodisponibilité des acides aminés soufrés et des pertes fécales accrues de taurine probablement causées par le son de riz *(Backus RC et al. 2003, Delaney SJ et al. 2003, Fascetti AJ et al. 2003, Torres CL et al. 2003)*.

Chez les chiens, les faibles concentrations plasmatiques en taurine (< 40 µmol/L) peuvent également prédisposer à une myocardiopathie dilatée *(Pion PD et al. 1998)*. Toutefois, certaines races semblent plus sensibles au développement de tels effets *(Pion PD et al. 1998)*, en particulier les Terre-Neuve, chez qui le taux de synthèse de la taurine est réduit *(Backus RC et al. 2006)*. L'addition de taurine à de tels aliments ou l'augmentation des apports en précurseurs de la taurine (méthionine et cystéine) permet de prévenir une telle baisse *(Backus RC et al. 2003, Torres CL et al. 2003)*. Chez les chiens, les niveaux adéquats en taurine sont supérieurs à 40 µmol/L dans le plasma et à 200 µmol/L dans le sang *(Elliott DA et al. 2000)*.

7.3.4. Conclusion

Les valeurs de taurine pour les chats indiquées dans les tableaux III-4 a,b,c sont des bases de départ. Certains fabricants peuvent proposer des concentrations différentes de taurine dans leurs produits, du moment qu'ils garantissent que les produits maintiennent une valeur sanguine adéquate dans l'organisme du chat (concentrations en taurine supérieures à 50/60 µmol/L de plasma, > 200 µmol/L de sang). Pour les chiens, la taurine alimentaire n'est pas essentielle, puisque les chiens peuvent synthétiser la taurine à partir des acides aminés soufrés, et donc les aliments pour chiens doivent donc être formulés pour maintenir des réserves adéquates en taurine dans le corps (> 40 µmol/L de plasma et > 200 µmol/L de sang).

Les méthodes d'analyses pour la taurine sont fournies au tableau V-1.

7.4. ARGININE

Le besoin en arginine s'accroît avec la teneur en protéines du fait de son rôle d'intermédiaire dans le cycle de l'urée. Le NRC 2006 conseille un supplément de 0,01 g d'arginine pour chaque augmentation de 1 % des protéines (en % MS) au-dessus de l'apport recommandé chez les chiens à tous les stades de vie, et un supplément de 0,02 g d'arginine pour chaque augmentation de 1 % des protéines (en % MS) pour les chats.

Les tableaux suivants présentent les recommandations en arginine pour différents apports en protéines. Toutes les valeurs sont indiquées en g/100 g MS.

Pour plus d'informations, veuillez également consulter le chapitre 3.

Tableau VII-13. Augmentations du besoin en arginine avec la teneur en protéines

CHIENS					CHATS	
Teneur en proteines brutes	Taux d'arginine				Tous les stades de vie	
	Adulte	Croissance	Croissance 1er âge	Reproduction	Protéines brutes	Arginine
%MS	g/100g MS	g/100g MS	g/100g MS	g/100g MS	%MS	g/100g MS
18	0,52	-	-	-	25	1,00
20	0,54	0,69	-	-	28	1,06
22,5	0,57	0,72	0,79	0,79	30	1,10
25	0,59	0,74	0,82	0,82	35	1,20
30	0,64	0,79	0,87	0,87	40	1,30
35	0,69	0,84	0,92	0,92	45	1,40
40	0,74	0,89	0,97	0,97	50	1,50
45	0,79	0,94	1,02	1,02	55	1,60
50	0,84	0,99	1,07	1,07	60	1,70
55	0,89	1,04	1,12	1,12	-	-

7.5. VITAMINES

7.5.1. Composés chimiques

Tableau VII-14. Facteurs de conversion – Source de vitamine et activité

Vitamine	Unité déclarée	Source de vitamine utilisée		Activité vitaminique	
VitamineA	UI			Activité en rétinol	
		alcool de vitamine A (rétinol)	0,3 µg	=	1 UI
			1,0mg	=	3333 UI
		acétate de vitamine A	0,344 µg	=	1 UI
		propionate de vitamine A	0,359 µg	=	1 UI
		palmitate de vitamine A	0,55 µg	=	1 UI
		alcool de vitamine A (rétinol)	1,0 µg	=	1 ER
			(ER = Equivalent Rétinol)		
		provitamine A (β-carotène) (chiens)	1,0mg	=	833 UI
VitamineDCholécalciférol	UI			Activité en vitamine D	
		vitamines D_3	0,025 µg	=	1 UI
			1 µg	=	40 UI
Vitamine E Tocophérol	UI			Activité en vitamine E	
		acétate de DL-α-tocophérol (all-rac acétate-α-tocophérol)	1mg	=	1 UI
		Bioéquivalence de différents tocophérols :			
		D-α-tocophérol	1mg	=	1,49 UI
		acétate de D-α-tocophérol	1mg	=	1,36 UI
		DL-α-tocophérol	1mg	=	1,10 UI
		acétate de DL-α-tocophérol	1mg	=	1,00 UI
		DL-β-tocophérol	1mg	=	0,33 UI
		DL -δ-tocophérol	1mg	=	0,25 UI
		DL -γ-tocophérol	1mg	=	0,01 UI
Vitamine B1 (Thiamine)	mg			Cation thiamine	
		thiamine Cl	1mg	=	0,88mg
		mononitrate de thiamine	1mg	=	0,81mg
		chlorhydrate de thiamine	1mg	=	0,79mg
Vitamine B5 (Acide D-Pantothénique)	UI			Acide pantothénique	
		D-pantothénate de calcium	1mg	=	0,92mg
		DL-pantothénate de calcium	1mg	=	0,41-0,52mg
VitamineB6 (Pyridoxine)	mg			Pyridoxine	
		chlorhydrate de pyridoxine	1mg	=	0,82mg
Vitamine B3 (Niacine)	mg			Niacine	
		acide nicotinique	1mg	=	1mg
		nicotinamide	1mg	=	1mg
Choline	mg			Choline	
		chlorure de choline (base=ion choline)	1mg	=	0,75mg
		chlorure de choline (base=hydroxy-analogue de choline)	1mg	=	0,87mg
Vitamine K3 (Ménadione)	mg			Ménadione	
		bisulfite de ménadione sodique (BMS)	1mg	=	0,51mg
		bisulfite de ménadione pyrimidolinique (BMP)	1mg	=	0,45mg
		bisulfite de ménadione nicotinamidique (BMN)	1mg	=	0,46mg

7.6. REACTIONS D'INTOLERANCE A L'ALIMENT

7.6.1. Introduction

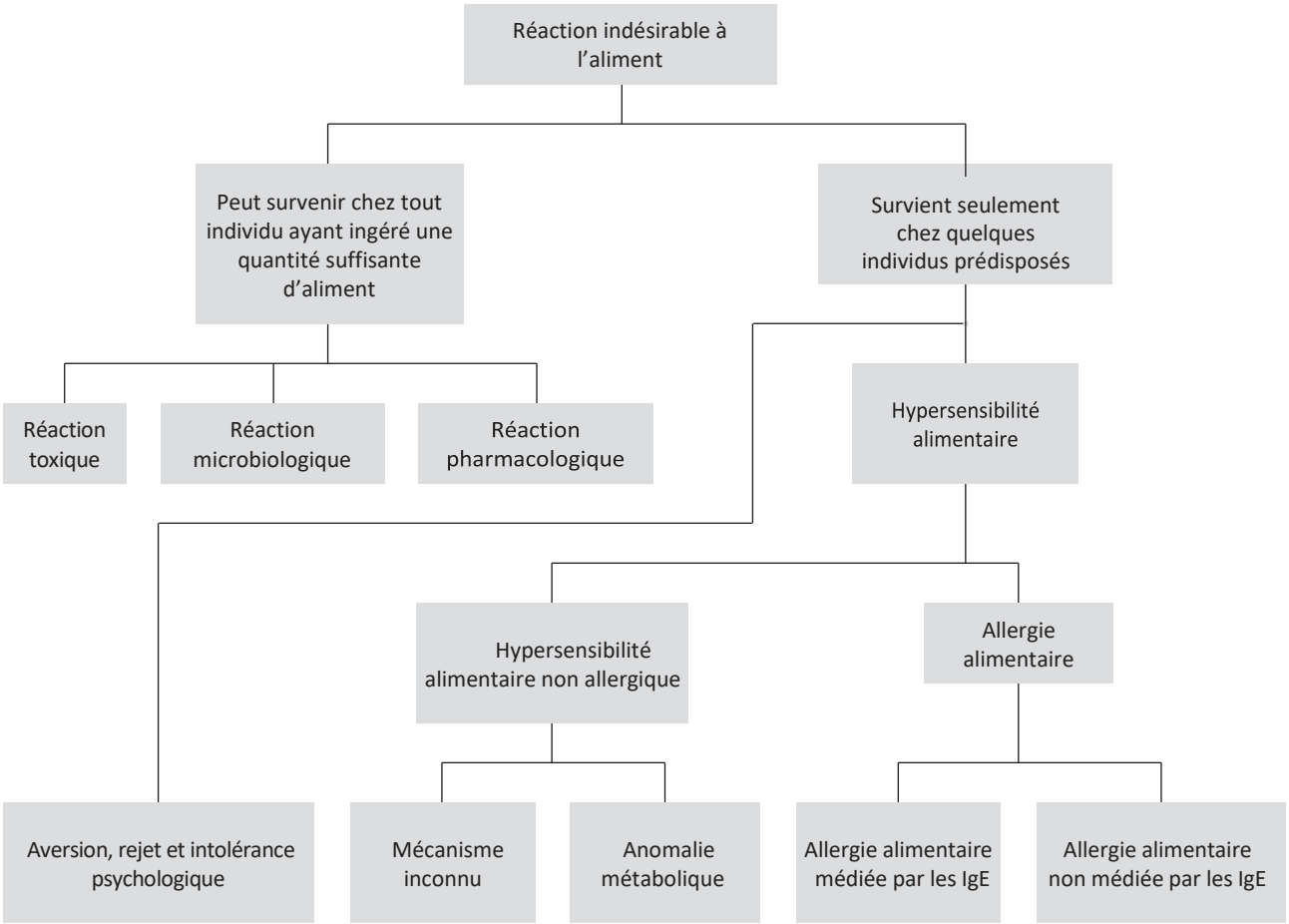
Les effets indésirables des aliments chez les chats et les chiens se manifestent principalement par du prurit et des symptômes gastro-intestinaux. Des réactions anaphylactiques aiguës telles que celles observables sur une minorité d'êtres humains allergiques aux noisettes et à d'autres aliments n'ont pas été signalées avec les aliments pour animaux de compagnie.

7.6.2. Définitions

7.6.2.1. Réactions indésirables à l'aliment

Une réaction indésirable à un aliment est une réponse clinique anormale ou exagérée à l'ingestion d'un aliment ou d'un additif alimentaire. Elle peut être à médiation immunitaire (allergie alimentaire ou hypersensibilité) ou sans médiation immunitaire (intolérance alimentaire) *(Reedy LM et al. 1997)*.

Schéma VII-1. Classification des réactions indésirables à l'aliment



Source: ILSI Monograph Food Allergy 2003

7.6.2.2. Allergie alimentaire

Allergie Réaction à médiation immunitaire entraînant un ou plusieurs des signes cliniques décrits sous « 7.6.4. Réactions indésirables à l'aliment chez les chiens et les chats ».

Anaphylaxie L'anaphylaxie est une réaction allergique aiguë multisystémique engageant le pronostic vital et due à une exposition à un agent nocif. Chez les humains, l'alimentation, les piqûres d'insectes et les médicaments en sont les causes les plus courantes *(Oswalt M and Kemp SF 2007, Tang AW 2003, Wang J and Sampson HA 2007)*. Le terme a été employé soit pour désigner une réaction antigénique définie médiée par les IgE, soit pour décrire un événement grave, brutal, inattendu, de signification immunitaire non établie *(Wasserman SI 1983)*.

7.6.2.3. Hypersensibilité alimentaire non allergique

Idiosyncrasie alimentaire Réaction à un composant alimentaire sans médiation immunitaire qui provoque des signes cliniques ressemblant à une réaction à médiation immunitaire (allergie alimentaire).

Intolérance alimentaire Réaction sans médiation immunitaire pouvant résulter, par exemple, d'un déficit métabolique.

7.6.2.4. Sensibilité liée à la quantité ingérée

Réaction toxique réaction à un composant alimentaire toxique (par ex. avec les oignons).

Réaction microbiologique réaction à une toxine libérée par des organismes contaminants (par ex. mycotoxines)

Réaction pharmacologique réaction indésirable à un aliment résultant d'une substance chimique, naturellement présente ou ajoutée, produisant un effet de type médicament ou pharmacologique chez l'hôte, comme les méthyl-xanthines du chocolat, ou comme des réactions pseudo-allergiques provoquées par des taux élevés en histamine dans des poissons mal conservés de la famille des Scombridés (thon).

Dérangement alimentaire réaction indésirable due à des comportements comme la gloutonnerie, le pica ou l'ingestion de diverses substances indigestes ou de restes de poubelles.

7.6.3. Allergie alimentaire chez les humains

Les allergies alimentaires représentent la première cause d'anaphylaxie généralisée traitée dans les services d'urgence hospitaliers, soit environ un tiers des cas traités (deux fois plus que pour des piqûres d'abeille) (*Sampson HA 1999)*. Environ 100 cas mortels d'anaphylaxie provoqués par des aliments surviendraient aux États-Unis chaque année (*Sampson HA 1999)*. Les allergènes les plus courants provoquant une anaphylaxie chez les humains sont les noisettes, les crustacés et les mollusques, le lait, le blanc d'oeuf, les légumes, certains fruits, les céréales, le chocolat et le poisson *(Wasserman SI 1983)*.

Pour ce que nous en savons, aucun cas d'allergie chez l'homme lié à l'ingestion ou au contact avec des aliments pour animaux de compagnie n'a été relaté dans la bibliographie.

7.6.4. Réactions indésirables aux aliments chez les chiens et les chats

Le signe clinique prédominant chez les chiens et les chats (presque 100 % des cas) est le prurit (démangeaisons) *(Rosser EJ 1993, Scott D 2001, White S 1986, White S and Sequoia D 1989)*. Le prurit peut être généralisé ou localisé, parfois limité à des otites récurrentes. D'autres modifications dermatologiques telles que séborrhée, pyodermite récurrente ou dermatite à Malassezia peuvent survenir chez les chiens allergiques *(Scott D 2001, White S 1986)*. Chez les chats allergiques, des plaques éosinophiles, une dermatite miliaire ou une alopécie provoquée par un toilettage excessif peuvent constituer le seul signe clinique présent *(Scott D 2001, White S 1986)*.

Sont estimés de 10 à 15 % les cas d'allergie alimentaire chez les chiens et les chats suspectés d'engendrer des symptômes gastro-intestinaux (GI) tels que diarrhée et vomissements *(Scott D 2001)*. Toutefois, les symptômes GI peuvent être très discrets (par ex. défécations plus fréquentes) *(Scott D 2001)* et leur prévalence sous-estimée *(Loeffler A et al. 2004, Loeffler A et al. 2006).*

Chez les chats et les chiens, les réactions à médiation immunitaire sont rarement confirmées en pratique. Par conséquent, le terme réactions indésirables aux aliments est généralement accepté et utilisé pour les chats et les chiens.

Chez les chiens et les chats, les réactions indésirables aux aliments sont uniquement diagnostiquées par l'élimination du composant alimentaire (régime d'éviction) après l'apparition des symptômes dermatologiques ou digestifs (ou les deux). Idéalement, cela devrait être confirmé par un test de provocation (réintroduction du composant suspecté) après disparition des signes cliniques à la suite d'un régime d'éviction *(Helm RM 2002, Wills J et al. 1994)*.

Les réactions indésirables à l'aliment sont suspectées représenter environ 1 à 5 % de toutes les affections cutanées chez le chien et 1 à 6 % de toutes les dermatoses félines (animaux présentés en cabinets vétérinaires) *(Reedy LLM et al. 1997)*. La plupart des ingrédients alimentaires possèdent la faculté de provoquer des réactions indésirables parce qu'ils contiennent des protéines intactes.

Les protéines intactes sont actuellement présentes dans tous les produits fabriqués par notre industrie, dont tous les aliments pour animaux familiers (sauf les aliments spéciaux contenant des protéines hydrolysées comme seule source de protéines). Tous les produits contenant des protéines intactes peuvent potentiellement provoquer des réactions d'allergies/indésirables chez les animaux prédisposés *(McDonald JM 1997)*. Il existe cependant des protéines qui semblent provoquer plus souvent des réactions chez les chiens et les chats *(Wills J and Harvey R 1994)*. Le lait, le boeuf, les oeufs, les céréales et les produits laitiers sont les plus souvent mentionnés, alors que davantage d'études contrôlées mentionnent le blé, le soja, le poulet et le maïs comme les allergènes les plus importants. Il n'est toutefois pas clairement indiqué si ces informations proviennent ou non de la bibliographie sur l'homme. De plus, ces informations ne permettent pas toujours de vérifier si la forte incidence n'est pas simplement due à une consommation plus fréquente de ces protéines par les chiens et les chats.

Chez les vétérinaires, des aliments spéciaux élaborés avec des sources de protéines sélectionnées ou des protéines hydrolysées sont disponibles pour les chiens et les chats souffrant de réactions indésirables aux aliments ; la formulation et les informations portées sur l'étiquette concernant ces aliments sont réglementées par une législation spécifique de l'Union européenne relative aux aliments diététiques pour animaux.

7.6.5. Conclusions

1. La plupart des ingrédients contenant des protéines sont potentiellement allergisant s'ils sont consommés régulièrement par les chiens et les chats.
2. Des réactions anaphylactiques aux aliments telles qu'observées chez les humains n'ont pas été, à notre connaissance, signalées dans la bibliographie en chats ni chiens. La marque d'une réaction indésirable à l'aliment chez les chiens et les chats est le prurit.

7.7. RISQUES DE CERTAINS ALIMENTS POUR HUMAINS DONNÉS RÉGULIÈREMENT AUX ANIMAUX FAMILIERS

L'annexe 7.7. fournit quelques informations pratiques sur certains aliments courants destinés aux humains (tels que les raisins secs, le raisin, l'oignon, l'ail et le chocolat) avec une description des effets indésirables lorsqu'ils sont donnés à des chiens ou des chats soit comme récompense soit avec des restes de repas. Cette annexe décrit les signes qui devraient alerter les propriétaires d'animaux et regroupe des informations peu faciles à trouver en même temps ou disponibles depuis peu. Il peut y avoir d'autres aliments potentiellement dangereux pour les chiens ou les chats, mais pas encore documentés.

7.7.1. TOXICITÉ DES RAISINS SECS ET DU RAISIN CHEZ LES CHIENS

7.7.1.1. Contexte

Depuis 1989, l'APCC (Animal Poison Control Centre) centre anti-poison pour les animaux de l'ASPCA (American Society for the Prevention of Cruelty to Animals), société américaine pour la prévention de la cruauté envers les animaux, a enregistré des cas d'empoisonnement chez des chiens qui avaient mangé du raisin (Vitis spp) ou des raisins secs. Entre avril 2003 et avril 2004, l'APCC a traité 140 cas, dont 50 chiens ayant développé des signes cliniques et sept qui en sont morts (ASPCA, 2004). Des cas ont été signalés aux États-Unis et au Royaume-Uni *(Eubig PA et al. 2005, Penny D et al. 2003)*.

7.7.1.2. Signes cliniques et pathologie

Les chiens affectés souffrent généralement de troubles gastro-intestinaux suivis d'insuffisance rénale aiguë (IRA). Les signes initiaux de toxicité due au raisin et aux raisins secs sont des vomissements (100 % des cas signalés) suivis de léthargie, anorexie, diarrhée, douleurs abdominales, ataxie et faiblesse *(Eubig PA et al. 2005)*. Pour la majorité des chiens, les vomissements, l'anorexie, la léthargie et la diarrhée surviennent dans les 24 heures qui suivent l'exposition, et dans certains cas les vomissements commencent dès 5 à 6 heures après l'ingestion *(Eubig PA et al. 2005)*. Les vomissures ou les selles peuvent contenir du raisin, des raisins secs ou des raisins gonflés, partiellement digérés. Les signes classiques de l'IRA peuvent se développer dans les 24 heures ou jusqu'à quelques jours plus tard. Ceux-ci incluent des augmentations substantielles de l'urée sanguine et de la créatine sérique, ainsi que du produit calcium x phosphore, de la phosphorémie et ultérieurement du niveau total de calcium *(Eubig PA et al. 2005)*. Si l'état s'aggrave, le chien peut éventuellement ne plus uriner. À ce stade, le pronostic est généralement sombre et la décision habituellement prise est d'euthanasier l'animal.

Les lésions histopathologiques les plus fréquemment signalées sont une dégénérescence diffuse des tubules rénaux, en particulier des tubules proximaux *(Eubig PA et al. 2005)*. Une minéralisation des structures rénales

nécrosées a été signalée, mais également une régénération des cellules tubulaires dans quelques cas. La minéralisation et/ou la congestion de tissus et organes extrarénaux ont également été observées *(Eubig PA et al. 2005)*. Il doit être souligné, toutefois, que de nombreux chiens ne développent jamais d'IRA après une ingestion de raisins ou de raisins secs.

7.7.1.3. Agent toxique

Le (ou les agents) toxique(s) n'a jusqu'à présent pas été détecté. L'analyse de diverses substances s'est révélée négative, notamment les mycotoxines, les métaux lourds, les pesticides et la vitamine D3 *(AFIP 2003, Eubig PA et al. 2005)*. Il est postulé que la cause pourrait être une néphrotoxine ou un choc anaphylactique déclenchant des problèmes rénaux *(AFIP 2003).* Une ingestion excessive de sucre a été également suggérée, entraînant un trouble du métabolisme glucidique, mais cela semble peu probable, car les chiens ne sont pas connus pour être très sensibles à une consommation élevée en sucre.

L'empoisonnement semble se produire avec des raisins et des raisins secs de toutes sortes : ceux achetés en magasin ou cultivés chez soi, les marcs de raisins de pressoir et les variétés avec et sans pépins *(Eubig PA et al. 2005)*. L'extrait de raisin n'est pas considéré comme dangereux ; le raisin ou les raisins secs eux-mêmes doivent avoir été mangés pour qu'un empoisonnement survienne *(McKnight K 2005)*.

La plus faible ingestion jusqu'à présent signalée ayant causé un empoisonnement est d'environ 2,8 g de raisins secs par kg de poids vif et 19,6 g de raisin frais par kg de poids vif ; un chien est tombé malade après avoir mangé seulement 10 à 12 grains de raisin *(Eubig PA et al. 2005)*. La gravité de la maladie ne semble pas liée à la dose *(Eubig PA et al. 2005)*. Même un grand chien de 40 kg peut courir un risque en mangeant seulement 120 g de raisins secs, et comme les emballages en contiennent fréquemment 500 g, cette quantité peut être ingérée en une seule fois. Il semble jusqu'à présent que seuls les chiens soient affectés – la prédisposition des autres espèces n'est pas connue.

7.7.1.4. Traitement

Le traitement immédiat consiste à faire vomir et à effectuer un lavage d'estomac pour éliminer le poison, puis à effectuer une décontamination en utilisant du charbon actif afin d'inactiver le poison restant. Une fluidothérapie agressive est essentielle pour augmenter les chances de survie, et elle doit durer suffisamment longtemps (au moins 48 heures). L'hémodialyse et les diurétiques tels que le furosémide ont été recommandés pour traiter les IRA et l'oligurie *(McKnight K 2005)*, mais ne semblent pas augmenter considérablement les chances de survie *(Eubig PA et al.2005)*.

7.7.2. TOXICITÉ DU CHOCOLAT

7.7.2.1. Contexte

L'empoisonnement au cacao a été mis en évidence pendant la Seconde Guerre Mondiale, lorsque des porcs, des veaux, des chiens et des chevaux ont été empoisonnés par des sous-produits de fèves de cacao utilisés comme compléments des rations animales en raison d'excédents.

Le chocolat plait à la plupart des chiens mais n'est pas une friandise neutre, puisque relativement toxique. Chez les chiens, des signes de toxicité peuvent se développer dans les heures qui suivent la consommation.

De plus, il vaut mieux éviter les gâteaux au chocolat et les autres aliments destinés à l'humain contenant du cacao. Il n'est pas étonnant que la plupart des accidents soient signalés pendant les périodes de fêtes telles que Noël et Pâques *(Campbell A 2001)*. Les friandises au chocolat spécialement développées pour les chiens ne

sont pas toxiques, car fabriquées à partir d'ingrédients qui contiennent peu ou pas de théobromine.

Aucun rapport d'empoisonnement au chocolat chez les chats n'a été publié à notre connaissance, probablement à cause de leurs habitudes alimentaires différentes.

7.7.2.2. Agent toxique

Les principaux composants toxiques du chocolat et des produits au cacao sont les alcaloïdes de la méthyl-xanthine, dont la théobromine est la principale toxine *(Campbell A 2001)*. Dès 1917, une intoxication due à des coques de fèves de cacao chez des chevaux avait été attribuée à la théobromine par des chercheurs français. La théobromine est particulièrement toxique chez les chiens, car son élimination est très lente par rapport à d'autres espèces telles que l'homme *(Glauberg A et al. 1983, Hooser S et al. 1986)*. La demi-vie de la théobromine chez les chiens est d'environ 17,5 heures *(Farbman D 2001, Hooser S and Beasley V 1986)*. La théobromine subit une recirculation entéro-hépatique aboutissant à une d'accumulation *(Campbell A 2001, Farbman D 2001)*. Par conséquent, des apports répétés de quantités faibles (non toxiques) peuvent toujours causer une intoxication. La lente élimination de la théobromine est également responsable de la diminution du taux de survie chez les chiens affectés, et la mort peut toujours survenir à un stade où les signes cliniques sont déjà atténués *(Strachan E et al. 1994)*.

La caféine est une autre méthyl-xanthine présente dans les produits du cacao, et elle peut contribuer à la toxicité. Toutefois, les taux de caféine dans les produits du cacao sont beaucoup plus bas que ceux de théobromine, et sa demi-vie est beaucoup plus courte (4,5 heures) (*Farbman D 2001, Hooser S and Beasley V 1986)*.

La DL 50 de la théobromine a été mentionnée entre 250 mg et 500 mg par kg de poids corporel ; des cas létaux ont été observés chez des chiens ayant ingéré des quantités de chocolat correspondant à un apport de théobromine estimé à 90-115 mg/kg PV *(Carson TL 2006, Glauberg A and Blumenthal H 1983, Hooser S and Beasley V 1986)*.

La teneur en théobromine du chocolat varie, le chocolat noir contenant le taux le plus élevé (Tableau VII-15). Le chocolat à cuire amer, doit absolument être mis hors de portée des chiens, car il contient jusqu'à 20 mg de théobromine par gramme. Les chiens mangent aussi volontiers du cacao en poudre, dont le taux moyen de théobromine varie entre 10 et 30 mg/g *(Sutton R 1981)*. Quatre grammes environ de cacao en poudre par kg de poids vif peuvent suffire pour tuer un chien *(Faliu L 1991)*. Les paillis de coques de cacao sont de plus en plus utilisés pour empêcher la pousse des mauvaises herbes et dans les aménagements paysagers des jardins. Ces paillis attirent souvent les chiens à cause de l'odeur de chocolat, et cela peut être une cause potentielle d'empoisonnement à la théobromine (*Hansen S et al. 2003)*.

Table VII-15. Teneur en théobromine de différents types de chocolat et de produits du cacao (mg/g)

Chocolat Blanc	0.009 - 0.035	**Poudre de cacao**	4.5 - 30
Chocolat au lait	1.5 - 2.0	**Fèves de cacao**	10 - 53
Chocolat noir sucré à semi-sucré	3.6 - 8.4	**Paillis de coques de cacao**	2 - 30
Chocolat amer, liqueur de chocolat, chocolat à cuire	12 - 19.6	**Fèves de café**	-

(Carson TL 2006, Farbman D 2001, Gwaltney-Brant S 2001, Hansen S et al. 2003, Shively C et al. 1984).

7.7.2.3. Signes cliniques

Chez les chiens, les méthyl-xanthines provoquent une stimulation du système nerveux central avec tachycardie (accélération du coeur), difficultés respiratoires et hyperactivité (*Campbell A 2001, Farbman D 2001)*. Les signes cliniques incluent vomissements, diarrhée, agitation, tremblements et faiblesse musculaires, arythmies cardiaques, convulsions, et, dans les cas graves, lésions rénales, coma et mort *(Decker R and Meyer G 1972, Farbman D 2001, Glauberg A and Blumenthal H 1983, Hooser S and Beasley V 1986, Nicholson S 1995)*. La mort peut survenir dans les 6 à 15 heures qui suivent la consommation de quantités excessives de chocolat ou de produits de cacao *(Decker R and Meyer G 1972, Drolet R et al. 1984, Glauberg A and Blumenthal H 1983)*.

À l'autopsie, des congestions du foie, des reins, du pancréas et du tractus gastro-intestinal sont observables, ainsi que la présence d'un liquide hémorragique non coagulé dans les cavités péritonéales et thoraciques *(Strachan E and Bennett A 1994, Sutton R 1981)*.

7.7.2.4. Traitement

Aucun antidote spécifique n'est disponible pour la théobromine, seul un traitement symptomatique est envisageable. Pour minimiser l'absorption de théobromine, des vomissements peuvent être provoqués immédiatement après l'ingestion. Par la suite, un lavement peut être effectué à l'eau chaude pour que le chocolat reste liquide. Des doses répétées de charbon actif peuvent ensuite être utilisées pour fixer les substances toxiques restantes, empêcher toute nouvelle absorption et augmenter l'excrétion *(Carson TL 2006, Farbman D 2001, Glauberg A and Blumenthal H 1983, Hooser S and Beasley V 1986)*.

7.7.3. TOXICITÉ DES OIGNONS ET DE L'AIL CHEZ LES CHATS ET CHIENS

7.7.3.1. Contexte

Il est connu depuis 1930 que les chiens sont très sensibles aux oignons (Allium spp) crus, cuits ou déshydratés.

7.7.3.2. Signes cliniques et pathologie

Une anémie régénérative avec formation marquée de corps de Heinz a été signalée chez les chats et les chiens après une consommation d'oignons ou d'aliments contenant des oignons *(Harvey JW et al. 1985, Kaplan A 1995, Robertson JE et al. 1998, Spice R 1976, Tvedten HW et al. 1996)*. La consommation d'une quantité d'oignons suffisante provoque des lésions par oxydation de la membrane lipidique des érythrocytes et une dénaturation oxydative irréversible de l'hémoglobine. Ceci aboutit à la formation de corps de Heinz, d'eccentrocytes (globules rouges avec regroupement de l'hémoglobine d'un côté de la cellule qui rend ces cellules plus sensibles à la lyse que les globules rouges normaux), une anémie hémolytique, une hémoglobinurie, une augmentation de la bilirubine sérique et éventuellement une méthémoglobinémie *(Cope R 2005, Faliu L 1991, Harvey JW and Rackear D 1985, Kaplan A 1995, Lee K-W et al. 2000, Means C 2002, Robertson ID 2003)*. Une quantité relativement faible d'oignons frais (5 à 10 g/kg PV) peut déjà être toxique *(Cope R 2005, Faliu L 1991)*. Robertson JE et al. *(1998)* ont montré un effet dose-dépendant.

Les signes cliniques sont postérieurs à l'anémie et incluent des muqueuses pâles, tachycardie, tachypnée, léthargie et faiblesse *(Cope R 2005, Gfeller RW et al. 1998b)*. Des vomissements, de la diarrhée et des douleurs abdominales peuvent également survenir. Si une quantité modérée d'oignons seulement a été ingérée, l'anémie à corps de Heinz se résorbe spontanément après arrêt de la consommation d'oignons *(Kaplan A 1995, Robertson JE et al. 1998)*. Dans les cas les plus graves, un ictère et une insuffisance rénale peuvent être observés, à cause respectivement de l'hémolyse et de l'hémoglobinurie, voire la mort *Cope R 2005, Ogawa E et al. 1986)*.

Bien que l'ingestion d'oignons ait été signalée comme étant la cause la plus courante de l'hémolyse à corps de Heinz chez les chiens *(Weiser M 1995)*, il peut s'avérer difficile de relier les signes cliniques à l'ingestion d'oignons à cause d'un décalage de plusieurs jours avant le déclenchement des signes cliniques *(Cope R 2005, Weiser M 1995)*.

Bien que l'empoisonnement aux oignons soit plus courant chez les chiens, les chats sont plus sensibles à l'empoisonnement à l'oignon et à l'ail du fait de la structure spécifique de leur hémoglobine, qui les rend plus sensibles au stress oxydatif *(Giger U 2005)*.
L'ail et la ciboulette chinoise ont été également signalés comme cause du développement de corps de Heinz, d'eccentrocytes, d'anémie hémolytique et de l'augmentation du taux de méthémoglobine chez les chiens *(Lee K-W et al. 2000, Yamato O et al. 2005)*. Lee K-W et al. (2000) ont rapporté des effets toxiques après administration pendant 7jours de 1,25 ml d'extrait d'ail par kg PV (équivalent à 5 g de gousse d'ail/kg PV), dose similaire aux quantités signalées dans l'empoisonnement aux oignons.

L'augmentation du glutathion réduit (G-SH) signalée après l'ingestion d'oignons et d'ail, peut sembler incohérente avec un dégât oxydatif, mais cette augmentation peut être une réaction de rebond compensatoire après une réduction initiale du G-SH et d'autres antioxydants, et une augmentation du glutathion oxydé (GSSG) dans les tout premiers jours *(Ogawa E et al. 1986, Yamato O et al. 1992)*.

Les chiens ayant héréditairement des concentrations érythrocytaires élevées en glutathion réduit et en potassium, apparaissent plus sensibles aux empoisonnements à l'oignon et à l'ail *(Yamato O and Maede Y 1992)*.

Des oignons sauvages (A. validum & A. Canadense) et de l'ail sauvage (A. ursinum) ont provoqué une anémie hémolytique chez des chevaux et des ruminants *(Lee K-W et al. 2000)* et sont aussi potentiellement toxiques pour les chiens et les chats.

7.7.3.3. Agent toxique

Plusieurs organo-sulfoxides ont été impliqués dans la toxicité causée par les oignons et l'ail (TABLEAU VII-16). Miyata D *(1990)* a signalé l'extraction à partir de l'oignon d'un composé phénolique sans nom, provoquant des effets similaires sur les globules rouges "in vitro". L'allicine, un composé trouvé dans l'ail, est similaire au disulfure de n-propyl présent dans les oignons *(Gfeller RW and Messonnier SP 1998b)*.
Ces composés organo-sulfurés sont facilement absorbés dans le tractus gastro-intestinal et métabolisés en oxydants extrêmement réactifs *(Cope R.2005)*.

Tableau VII-16.
Composés isolés des oignons et l'ail et signalés comme oxydants des érythrocytes canins.

Oignons	Ail
Disulfure de n-propyl	Thiosulfate de 2-propényl de sodium
n-propyl	Trisulfure de cis-2-propényl
3 différents thiosulfates d'alk(en)yl de sodium	Tétrasulfure de cis-2-propényl
par ex. thiosulfate n-propyl de sodium	Pentasulfure de cis-2-propényl
Thiosulfate de trans-1-propényl	Thiosulfonate de cis-2-propényl
Thiosulfate de cis-1-propényl	Plusieurs esters contenant du soufre

(Chang HS et al. 2004, Fenwick G 1984, Hu Q et al. 2002, Yamato O et al. 1998, Yamato O et al. 2005)

7.7.3.4. Traitement

Il n'existe aucun antidote spécifique ; le traitement est palliatif et il est destiné à réduire les effets de l'oxydation et à empêcher les lésions rénales causées par l'hémoglobinurie. L'oxygénothérapie, la fluidothérapie (en particulier les cristalloïdes) et la transfusion sanguine ont été recommandées *(Gfeller RW et al. 1998a)*. Provoquer des vomissements peut être utile dans l'heure qui suit l'ingestion d'oignons si le patient ne montre pas encore de signes cliniques *(Gfeller RW and Messonnier SP 1998b)*. Des vitamines antioxydantes comme les vitamines E et C peuvent avoir des effets bénéfiques dans les cas bénins, mais une étude chez les chats n'a pas montré d'effet significatif sur la formation de corps de Heinz *(Hill AS et al. 2001)*.

7.8. RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES PAR STADE DE VIE ET BESOINS ENERGETIQUES A L'ENTRETIEN

Tableau VII-17$_{a\text{-}b\text{-}c\text{-}d}$: Recommandations nutritionnelles pour les chiens par stade de vie et besoins énergétiques d'entretien

17$_a$	Recommandations nutritionnelles pour chiens - croissance 1er âge (< 14 semaines) & reproduction
17$_b$	Recommandations nutritionnelles pour chiens - croissance 2ème âge – (≥ 14 semaines)
17$_c$	Recommandations nutritionnelles pour chiens adultes basées sur un BEE de 110kcal/kgPV$^{0.75}$
17$_d$	Recommandations nutritionnelles pour chiens adultes basées sur un BEE de 95kcal/kgPV$^{0.75}$

Tables VII-18$_{a\text{-}b\text{-}c}$: Recommandations nutritionnelles pour les chats par stade de vie et besoins énergétiques d'entretien

18$_a$	Recommandations nutritionnelles pour chats - croissance & reproduction
18$_b$	Recommandations nutritionnelles pour chats adultes basées sur un BEE de 100kcal/kgPV$^{0.67}$
18$_c$	Recommandations nutritionnelles pour chats adultes basées sur un BEE de 75kcal/kgPV$^{0.67}$

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-17$_a$ Recommandations nutritionnelles pour chiens - croissance 1er âge (<14 semaines) & reproduction

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		Par MJ EM		Pour 100g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	**g**	**62,50**	**-**	**14,94**	**-**	**25,00**	**-**
Arginine*	g	2,04	-	0,49	-	0,82	-
Histidine	g	0,98	-	0,23	-	0,39	-
Isoleucine	g	1,63	-	0,39	-	0,65	-
Leucine	g	3,23	-	0,77	-	1,29	-
Lysine*	g	2,20	7,00 (N)	0,53	1,67 (N)	0,88	2,80 (N)
Méthionine*	g	0,88	-	0,21	-	0,35	-
Méthionine +cystine*	g	1,75	-	0,42	-	0,70	-
Phénylalanine	g	1,63	-	0,39	-	0,65	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	3,25	-	0,78	-	1,30	-
Thréonine	g	2,03	-	0,48	-	0,81	-
Tryptophane	g	0,58	-	0,14	-	0,23	-
Valine	g	1,70	-	0,41	-	0,68	-
Matières grasses*	**g**	**21,25**	**-**	**5,08**	**-**	**8,50**	**-**
Acide linoléique (ω-6) *	g	3,25	16,25 (N)	0,78	3,88 (N)	1,30	6,50 (N)
Acide arachidonique (ω-6)	mg	75,00	-	17,90	-	30,00	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	0,20	-	0,05	-	0,08	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	0,13	-	0,03	-	0,05	-
Minéraux							
Calcium*	g	2,50	4,00 (N)	0,60	0,96 (N)	1,00	1,60 (N)
Phosphore	g	2,25	-	0,54	-	0,90	-
Ratio Ca / P		1/1	1,6/1(N)	1/1	1,6/1(N)	1/1	1,6/1 (N)
Potassium	g	1,10	-	0,26	-	0,44	-
Sodium*	g	0,55	C	0,13	C	0,22	C
Chlorure *	g	0,83	C	0,20	C	0,33	C
Magnésium	g	0,10	-	0,02	-	0,04	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	2,75	(L)	0,66	(L)	1,10	2,80 (L)
Iode*	mg	0,38	(L)	0,09	(L)	0,15	1,10(L)
Fer*	mg	22,00	(L)	5,26	(L)	8,80	68,18 (L)
Manganèse	mg	1,40	(L)	0,33	(L)	0,56	17,00(L)
Sélénium*	µg	100,00	(L)	23,90	(L)	40,00	56,80 (L)[d]
Zinc*	mg	25,00	(L)	5,98	(L)	10,00	22,70 (L)
Vitamines							
Vitamine A*	UI	1 250	100 000(N)	299,00	23900 (N)	500,00	40000 (N)
Vitamine D*	UI	138,00	(L) 800,00 (N)	33,00	(L) 191,00 (N)	55,20	227.00 (L) 320.00 (N)
Vitamine E*	UI	12,50	-	3,00	-	5,00	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,45	-	0,11	-	0,18	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	1,05	-	0,25	-	0,42	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	3,00	-	0,72	-	1,20	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,30	-	0,07	-	0,12	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	7,00	-	1,67	-	2,80	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	3,40	-	0,81	-	1,36	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	54,00	-	12,90	-	21,60	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-	-
Choline*	mg	425,00	-	102,00	-	170,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-17$_b$ Recommandations nutritionnelles pour chiens – croissance 2ème âge (≥ 14 semaines)

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		Par MJ EM		Pour 100g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	**g**	**50,00**	**-**	**11,95**	**-**	**20,00**	**-**
Arginine*	g	1,84	-	0,44	-	0,74	-
Histidine	g	0,63	-	0,15	-	0,25	-
Isoleucine	g	1,25	-	0,30	-	0,50	-
Leucine	g	2,00	-	0,48	-	0,80	-
Lysine*	g	1,75	7,00 (N)	0,42	1,67 (N)	0,70	2,80 (N)
Méthionine*	g	0,65	-	0,16	-	0,26	-
Méthionine +cystine*	g	1,33	-	0,32	-	0,53	-
Phénylalanine	g	1,25	-	0,30	-	0,50	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	2,50	-	0,60	-	1,00	-
Thréonine	g	1,60	-	0,38	-	0,64	-
Tryptophane	g	0,53	-	0,13	-	0,21	-
Valine	g	1,40	-	0,33	-	0,56	-
Matières grasses*	**g**	**21,25**	**-**	**5,08**	**-**	**8,50**	**-**
Acide linoléique (ω-6) *	g	3,25	-	0,78	-	1,30	-
Acide arachidonique (ω-6)*	mg	75,00	-	17,90	-	30,00	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	0,20	-	0,05	-	0,08	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	0,13	-	0,03	-	0,05	-
Minéraux							
Calcium*	g	2,00[a] -2,50[b]	4,50 (N)	0,48[a] -0,60[b]	1,08 (N)	0,80[a] - 1,00[b]	1,80 (N)
Phosphore	g	1,75	-	0,42	-	0,70	-
Ratio Ca / P		1/1	1,6/1[b] ou 1,8/1[a] (N)	1/1	1,6/1[b] ou 1,8/1[a] (N)	1/1	1,6/1[b] or 1,8/1[a] (N)
Potassium	g	1,10	-	0,26	-	0,44	-
Sodium*	g	0,55	c	0,13	c	0,22	C
Chlorure	g	0,83	c	0,20	c	0,33	c
Magnésium	g	0,10	-	0,02	-	0,04	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	2,75	(L)	0,66	(L)	1,10	2,80 (L)
Iode*	mg	0,38	(L)	0,09	(L)	0,15	1,10 (L)
Fer*	mg	22,00	(L)	5,26	(L)	8,80	68,18 (L)
Manganèse	mg	1,40	(L)	0,33	(L)	0,56	17,00 (L)
Sélénium*	µg	100,00	(L)	23,90	(L)	40,00	56,80 (L) d
Zinc*	mg	25,00	(L)	5,98	(L)	10,00	22,70 (L)
Vitamines							
Vitamine A*	UI	1 250	100 000(N)	299,00	23 900 (N)	500,00	40 000 (N)
Vitamine D*	UI	125,00	(L) 800,00 (N)	29,90	(L) 191,00 (N)	50,00	227 (L) 320 (N)
Vitamine E*	UI	12,50	-	3,00	-	5,00	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,45	-	0,11	-	0,18	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	1,05	-	0,25	-	0,42	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	3,00	-	0,72	-	1,20	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,30	-	0,07	-	0,12	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	7,00	-	1,67	-	2,80	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	3,40	-	0,81	-	1,36	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	54,00	-	12,90	-	21,60	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-	-
Choline	mg	425,00	-	102,00	-	170,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-17$_c$ Recommandations nutritionnelles pour chiens adultes basées sur un BEE de 110kcal EM/kg$^{0.75}$

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		ParMJEM		Pour 100g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	G	45,00	-	10,80	-	18,00	-
Arginine*	G	1,30	-	0,31	-	0,52	-
Histidine	G	0,58	-	0,14	-	0,23	-
Isoleucine	G	1,15	-	0,27	-	0,46	-
Leucine	G	2,05	-	0,49	-	0,82	-
Lysine*	G	1,05	-	0,25	-	0,42	-
Méthionine*	G	1,00	-	0,24	-	0,40	-
Méthionine +cystine*	G	1,91	-	0,46	-	0,76	-
Phénylalanine	G	1,35	-	0,32	-	0,54	-
Phénylalanine + tyrosine*	G	2,23	-	0,53	-	0,89	-
Thréonine	G	1,30	-	0,31	-	0,52	-
Tryptophane	G	0,43	-	0,10	-	0,17	-
Valine	G	1,48	-	0,35	-	0,59	-
Matières grasses*	G	13,75	-	3,29	-	5,50	-
Acide linoléique (ω-6) *	G	3,27	-	0,79	-	1,32	
Acide arachidonique (ω-6) *	mg	-	-	-	-	-	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	G	-	-	-	-	-	-
EPA + DHA (ω-3) *	G	-	-	-	-	-	-
Minéraux							
Calcium*	G	1,25	6,25 (N)	0,30	1,49 (N)	0,50	2,5 (N)
Phosphore	G	1,00	4,00 (N)	0,24	0,96 (N)	0,40	1,6 (N)
Ratio Ca / P		1/1	2/1 (N)	1/1	2/1 (N)	1/1	2/1 (N)
Potassium	G	1,25	-	0,30	-	0,50	-
Sodium*	G	0,25	C	0,06	C	0,10	C
Chlorure *	G	0,38	C	0,09	C	0,15	C
Magnésium	G	0,18	-	0,04	-	0,07	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	1,80	(L)	0,43	(L)	0,72	2,80 (L)
Iode*	mg	0,26	(L)	0,06	(L)	0,11	1,10 (L)
Fer*	mg	9,00	(L)	2,15	(L)	3,60	68,18 (L)
Manganèse	mg	1,44	(L)	0,34	(L)	0,58	17,00 (L)
Sélénium* (aliments humides)	µg	57,50	(L)	13,70	(L)	23,00	56,80 (L)[d]
Sélénium* (aliments secs)	µg	45,00	(L)	10,80	(L)	18,00	56,80 (L)[d]
Zinc*	mg	18,00	(L)	4,30	(L)	7,20	22,70 (L)
Vitamines		-		-		-	
Vitamine A*	IU	1 515,00	100 000(N)	362,00	23 900 (N)	606,00	40 000 (N)
Vitamine D*	IU	138,00	(L) 800,00 (N)	33,00	(L) 191,00 (N)	55,20	227,00 (L) 320,00 (N)
Vitamine E*	IU	9,00	-	2,20	-	3,60	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,54	-	0,13	-	0,21	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	1,50	-	0,36	-	0,60	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	3,55	-	0,85	-	1,42	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,36	-	0,09	-	0,15	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	8,36	-	2,00	-	3,35	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	4,09	-	0,98	-	1,64	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	64,50	-	15,40	-	25,80	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-	-
Choline	mg	409,00	-	97,80	-	164,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-17$_d$ Recommandations nutritionnelles pour chiens adultes basées sur un BEE de 95 kcal EM/kg$^{0.75}$

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		Par MJ EM		Pour 100g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	**g**	**52,10**	**-**	**12,50**	**-**	**21,00**	**-**
Arginine*	g	1,51	-	0,36	-	0,60	-
Histidine	g	0,67	-	0,16	-	0,27	-
Isoleucine	g	1,33	-	0,32	-	0,53	-
Leucine	g	2,37	-	0,57	-	0,95	-
Lysine*	g	1,22	-	0,29	-	0,46	-
Méthionine*	g	1,16	-	0,28	-	0,46	-
Méthionine +cystine*	g	2,21	-	0,53	-	0,88	-
Phénylalanine	g	1,56	-	0,37	-	0,63	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	2,58	-	0,62	-	1,03	-
Thréonine	g	1,51	-	0,36	-	0,60	-
Tryptophane	g	0,49	-	0,12	-	0,20	-
Valine	g	1,71	-	0,41	-	0,68	-
Matières grasses*	**g**	**13,75**	**-**	**3,29**	**-**	**5,50**	**-**
Acide linoléique (ω-6) *	g	3,82	-	0,91	-	1,53	-
Acide arachidonique (ω-6)	mg	-	-	-	-	-	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	-	-	-	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	-	-	-	-
Minéraux							
Calcium*	g	1,45	6,25 (N)	0,35	1,49 (N)	0,58	2,50 (N)
Phosphore	g	1,16	4,00 (N)	0,28	0,96 (N)	0,46	1,60 (N)
Ratio Ca / P		1/1	2/1(N)	1/1	2/1(N)	1/1	2/1(N)
Potassium	g	1,45		0,35		0,58	-
Sodium*	g	0,29	C	0,07	C	0,12	C
Chlorure *	g	0,43	C	0,10	C	0,17	C
Magnésium	g	0,20		0,05		0,08	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	2,08	(L)	0,50	(L)	0,83	2,80 (L)
Iode*	mg	0,30	(L)	0,07	(L)	0,12	1,10 (L)
Fer*	mg	10,40	(L)	2,49	(L)	4,17	68,18 (L)
Manganèse	mg	1,67	(L)	0,40	(L)	0,67	17,00 (L)
Sélénium* (aliments humides)	µg	67,50	(L)	16,10	(L)	27,00	56,80 (L)[d]
Sélénium* (aliments secs)	µg	55,00	(L)	13,10	(L)	22,00	56,80 (L)[d]
Zinc*	mg	20,80	(L)	4,98	(L)	8,34	22,70 (L)
Vitamines							
Vitamine A*	UI	1754	100 000(N)	419,00	23900 (N)	702,00	40000 (N)
Vitamine D*	UI	159,00	(L) 800,00 (N)	38,20	(L) 191,00 (N)	63,90	227,00 (L) 320,00 (N)
Vitamine E*	UI	10,40	-	2,49	-	4,17	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	0,62	-	0,15	-	0,25	-
Vitamine B2 (Riboflavine)*	mg	1,74	-	0,42	-	0,69	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	4,11	-	0,98	-	1,64	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,42	-	0,10	-	0,17	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	9,68	-	2,31	-	3,87	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	4,74	-	1,13	-	1,89	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	74,70	-	17,90	-	29,90	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	-	-	-	-	-	-
Choline	mg	474,00	-	113,00	-	189,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-18$_a$Recommandations nutritionnelles pour chats – croissance & reproduction

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		Par MJ EM		Pour 100g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	**g**	**Croissance 70 Reproduction 75**	**-**	**16,73 / 17,93**	**-**	**28,00 / 30,00**	**-**
Arginine*	g	Croissance 2,68 Reproduction 2,78	8,75 (N)	0,64 / 1,00	2,09 (N)	1,07/1,11	3,50 (N)
Histidine	g	0,83	-	0,20	-	0,33	-
Isoleucine	g	1,35	-	0,32	-	0,54	-
Leucine	g	3,20	-	0,76	-	1,28	-
Lysine*	g	2,13	-	0,51	-	0,85	-
Méthionine*	g	1,10	3,25 (N)	0,26	0,78 (N)	0,44	1,30 (N)
Méthionine +cystine*	g	2,20	-	0,53	-	0,88	-
Phénylalanine	g	1,25	-	0,30	-	0,50	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	4,78	-	1,14	-	1,91	-
Thréonine	g	1,63	-	0,39	-	0,65	-
Tryptophane*	g	0,40	4,25 (N)	0,10	1,02 (N)	0,16	1,70 (N)
Valine	g	1,60	-	0,38	-	0,64	-
Taurine (aliments en conserve) *	g	0,63	-	0,15	-	0,25	-
Taurine (aliments secs) *	g	0,25	-	0,06	-	0,10	-
Matières grasses*	**g**	**22,50**	**-**	**5,38**	**-**	**9,00**	**-**
Acide linoléique (ω-6)	g	1,38	-	0,33	-	0,55	-
Acide arachidonique (ω-6)	mg	50,00	-	11,95	-	20,00	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	0,05	-	0,01	-	0,02	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	0,03	-	0,01	-	0,01	-
Minéraux							
Calcium*	g	2,50[g]	-	0,60[g]	-	1,00[g]	-
Phosphore	g	2,10[g]	f	0,50[g]	f	0,84[g]	f
Ratio Ca / P		1/1	1,5/1 (N)	1/1	1,5/1 (N)	1/1	1,5/1 (N)
Potassium	g	1,50	-	0,36	-	0,60	-
Sodium*	g	0,40	e	0,10	e	0,16	e
Chlorure	g	0,60	-	0,14	-	0,24	-
Magnésium*	g	0,13	-	0,03	-	0,05	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	2,50	(L)	0,60	(L)	1,00	2,80 (L)
Iode*	mg	0,45	(L)	0,11	(L)	0,18	1,10 (L)
Fer*	mg	20,00	(L)	4,78	(L)	8,00	,68,18 (L)
Manganèse	mg	2,50	(L)	0,60	(L)	1,00	17,00 (L)
Sélénium	µg	75,00	(L)	17,90	(L)	30,00	56,80 (L) d
Zinc	mg	18,80	(L)	4,48	(L)	7,50	22,70 (L)
Vitamines							
Vitamine A*	IU	2 250,00	Croissance 100 000 (N) Reproduction 83 325 (N)	538,00	Croissance 23 901 (N) Reproduction 19 917 (N)	900,00	Croissance 40 000 (N) Reproduction 33 333 (N)
Vitamine D*	IU	70,00	(L) 7500 (N)	16,70	(L) 1793 (N)	28,00	227,00 (L) 3000 (N)
Vitamine E*	IU	9,50	-	2,30	-	3,80	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	1,40	-	0,33	-	0,55	-
Vitamine B2 (Riboflavine)	mg	0,80	-	0,24	-	0,32	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	1,43	-	0,34	-	0,57	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,63	-	0,15	-	0,25	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	4,50	-	1,08	-	1,80	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	8,00	-	1,91	-	3,20	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	188,00	-	44,90	-	75,00	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	17,50	-	4,18	-	7,00	-
Choline	mg	600,00	-	143,00	-	240,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2.

Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-18$_b$ Recommandations nutritionnelles pour chats adultes basées sur un BEE de 100 kcal EM/kg$^{0.67}$

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		Par MJ EM		Pour 100 g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	**g**	**62,50**		**14,94**		**25,00**	
Arginine*	g	2,50	-	0,60	-	1,00	-
Histidine	g	0,65	-	0,16	-	0,26	-
Isoleucine	g	1,08	-	0,26	-	0,43	-
Leucine	g	2,55	-	0,61	-	1,02	-
Lysine*	g	0,85	-	0,20	-	0,34	-
Méthionine*	g	0,43	-	0,10	-	0,17	-
Méthionine +cystine*	g	0,85	-	0,20	-	0,34	-
Phénylalanine	g	1,00	-	0,24	-	0,40	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	3,83	-	0,92	-	1,53	-
Thréonine	g	1,30	-	0,31	-	0,52	-
Tryptophane*	g	0,33	-	0,08	-	0,13	-
Valine	g	1,28	-	0,31	-	0,51	-
Taurine (aliments en conserve)*	g	0,50	-	0,12	-	0,20	-
Taurine (aliments secs)*	g	0,25	-	0,06	-	0,10	-
Matières grasses*	**g**	**22,50**	**-**	**5,38**	**-**	**9,00**	**-**
Acide linoléique (ω-6)	g	1,25	-	0,30	-	0,50	-
Acide arachidonique (ω-6)	mg	15,00	-	3,59	-	6,00	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	-	-	-	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	-	-	-	-
Minéraux							
Calcium*	g	1,00[g]	-	0,24[g]	-	0,40[g]	-
Phosphore*	g	0,64[g]	f	0,15[g]	f	0,26[g]	f
Ratio Ca / P		1/1	2/1 (N)	1/1	2/1 (N)	1/1	2/1 (N)
Potassium	g	1,50	-	0,36	-	0,60	-
Sodium*	g	0,19	e	0,05	e	0,08	e
Chlorure	g	0,29	-	0,07	-	0,11	-
Magnésium*	g	0,10	-	0,02	-	0,04	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	1,25	(L)	0,30	(L)	0,50	2,80 (L)
Iode*	mg	0,33	(L)	0,08	(L)	0,13	1,10 (L)
Fer*	mg	20,00	(L)	4,78	(L)	8,00	68,18 (L)
Manganèse	mg	1,25	(L)	0,30	(L)	0,50	17,00 (L)
Sélénium (aliments humides)	µg	65,00	(L)	15,50	(L)	26,00	56,80 (L)[f]
Sélénium (aliments secs)	µg	52,50	(L)	12,50	(L)	21,00	56,80 (L)[f]
Zinc	mg	18,80	(L)	4,48	(L)	7,50	22,70 (L)
Vitamines							
Vitamine A*	IU	833,00	100000 (N)	199,00	23901 (N)	333,00	40000 (N)
Vitamine D*	IU	62,50	(L) 7500 (N)	14,90	(L) 1793 (N)	25,00	227,00 (L) 3000 (N)
Vitamine E*	IU	9,50	-	2,30		3,80	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	1,10	-	0,26	-	0,44	-
Vitamine B2 (Riboflavine)	mg	0,80	-	0,19	-	0,32	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	1,44	-	0,34	-	0,58	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,63	-	0,15	-	0,25	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	4,40	-	1,05	-	1,76	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	8,00	-	1,91	-	3,20	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	188,00	-	44,90	-	75,00	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	15,00	-	3,59	-	6,00	-
Choline	mg	600,00	-	143,00	-	240,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

Table VII-18$_c$ Recommandations nutritionnelles pour chats adultes basées sur un BEE de75 kcal EM/kg$^{0.67}$

Les valeurs maximales représentent soit un maximum légal UE (L) – indiqué uniquement sur la MS, soit un maximum nutritionnel (N)

Nutriment	UNITE	Pour 1000 kcal EM		ParMJEM		Pour 100g MS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Protéines*	**g**	**83,30**		**19,92**		**33,30**	
Arginine*	g	3,30	-	0,80	-	1,30	-
Histidine	g	0,87	-	0,21	-	0,35	-
Isoleucine	g	1,44	-	0,35	-	0,57	-
Leucine	g	3,40	-	0,81	-	1,36	-
Lysine*	g	1,13	-	0,27	-	0,45	-
Méthionine*	g	0,57	-	0,14	-	0,23	-
Méthionine +cystine*	g	1,13	-	0,27	-	0,45	-
Phénylalanine	g	1,33	-	0,32	-	0,53	-
Phénylalanine + tyrosine*	g	5,11	-	1,23	-	2,04	-
Thréonine	g	1,73	-	0,41	-	0,69	-
Tryptophane*	g	0,44	-	0,11	-	0,17	-
Valine	g	1,70	-	0,41	-	0,68	-
Taurine (aliments en conserve)*	g	0,67	-	0,16	-	0,27	-
Taurine (aliments secs)*	g	0,33	-	0,08	-	0,13	-
Matières grasses*	**g**	**22,50**	**-**	**5,38**	**-**	**9,00**	**-**
Acide linoléique (ω-6)	g	1,67	-	0,40	-	0,67	-
Acide arachidonique (ω-6)	mg	20,00	-	4,78	-	8,00	-
Acide alpha-linolénique (ω-3) *	g	-	-	-	-	-	-
EPA + DHA (ω-3) *	g	-	-	-	-	-	-
Minéraux							
Calcium*	g	1,33[g]	-	0,32[g]	-	0,53[g]	-
Phosphore*	g	0,85[g]	f	0,20[g]	f	0,35[g]	f
Ratio Ca / P		1/1	2/1 (N)	1/1	2/1 (N)	1/1	2/1 (N)
Potassium	g	2,00	-	0,48	-	0,80	-
Sodium*	g	0,25	e	0,06	e	0,10[a]	e
Chlorure	g	0,39	-	0,09	-	0,15	-
Magnésium*	g	0,13	-	0,03	-	0,05	-
Oligoéléments*							
Cuivre*	mg	1,67	(L)	0,40	(L)	0,67	2,80 (L)
Iode*	mg	0,43	(L)	0,10	(L)	0,17	1,10 (L)
Fer*	mg	26,70	(L)	6,37	(L)	10,70	68,18 (L)
Manganèse	mg	1,67	(L)	0,40	(L)	0,67	17,00(L)
Sélénium (aliments humides)	µg	87,50	(L)	16,10	(L)	35,00	56,80 (L)[f]
Sélénium (aliments secs)	µg	70 ,00	(L)	13,10	(L)	28,00	56,80 (L)[f]
Zinc	mg	25,00	(L)	5,98	(L)	10,00	22,70 (L)
Vitamines							
Vitamine A*	IU	1 110,00	100 000 (N)	265,00	23 901 (N)	444,00	40 000 (N)
Vitamine D*	IU	83,30	(L) 7 500 (N)	19,90	(L) 1 793 (N)	33,30	227,00 (L) 3 000 (N)
Vitamine E*	IU	12,70	-	3,03	-	5,07	-
Vitamine B1 (Thiamine)*	mg	1,47	-	0,35	-	0,59	-
Vitamine B2 (Riboflavine)	mg	1,05	-	0,25	-	0,42	-
Vitamine B5 (Acide pantothénique)*	mg	1,92	-	0,46	-	0,77	-
Vitamine B6 (Pyridoxine)*	mg	0,83	-	0,20	-	0,33	-
Vitamine B12(Cobalamine)*	µg	5,87	-	1,40	-	2,35	-
Vitamine B3 (Niacine)*	mg	10,50	-	2,52	-	4,21	-
Vitamine B9 (Acide folique)*	µg	253,00	-	60,50	-	101,00	-
Vitamine B7 (Biotine)*	µg	20,00	-	4,78	-	8,00	-
Choline	mg	800,00	-	191,00	-	320,00	-
Vitamine K*	µg	-	-	-	-	-	-

Quand un nutriment est suivi d'un astérisque (*), des informations additionnelles et des références justificatives sont disponibles aux Chapitres 3.3.1 et 3.3.2. Les notes de bas de page (a à g) sont rassemblées sous le tableau III-4.

8. Modifications versus les versions précédentes

1. Adaptations du Guide nutritionnel 2011 vs le Guide nutritionnel 2008

a. Section Introduction

- Explication plus précise sur la signification dans les tableaux, du minimum recommandé vs optimum
- Nouvelle définition de la limite nutritionnelle maximale
- Explication plus claire de l'utilisation du maximum légal de certains nutriments

b. Dans l'ensemble du guide

- L'énergie est exprimée en kJ ainsi qu'en kcal
- Des erreurs ont été corrigées, par ex. certaines conversions de kcal en kJ
- Adaptation de toutes les références à la législation pour faire apparaître la législation la plus récente

c. Tableaux de recommandations

- Les titres « recommandations » ont été changés en « niveaux nutritionnels minimaux recommandés pour les aliments du commerce » afin de mieux représenter le contenu
- Les niveaux des deux maximaux, nutritionnel et légal, sont maintenant présentés dans la dernière colonne comme suit :
  - N = maximum nutritionnel
  - L = maximum légal
- Il a été convenu par principe qu'aucun niveau maximum nutritionnel ne serait indiqué dans le Guide Nutritionnel pour les nutriments sur lesquels aucune donnée sur des effets indésirables potentiels n'était disponible.
- Tableaux III-3a à III-3c Chiens
  - Les niveaux de calcium minimaux pour les chiots ont été adaptés pour prendre en compte les recommandations du sous-groupe de travail sur le calcium
- Tableaux III-4_a to III-4_c Chats
  - Les rapports calcium/phosphore Ca/P des aliments pour chats ont été adaptés conformément aux recommandations du sous-groupe de travail sur le calcium

d. Tableaux de justification

- Références mises à jour pour les vitamines A et E en chiens
- Références mises à jour pour le ratio calcium / phosphore en chats

e. Aliments complémentaires destinés aux animaux familiers

- Définitions améliorées

2. Adaptations du Guide nutritionnel 2012 vs le Guide nutritionnel 2011

a. Tableaux de recommandations

- Déplacement des ratios maximaux dans la colonne de droite où sont répertoriés tous les maximas nutritionnels

- Tableaux III-3_a à III-3_c Chiens
  - Les notes de bas de page se référant aux taux minimaux en calcium pour les chiots ont été adaptées pour faire apparaître les nouvelles recommandations du sous-groupe de recherches sur le calcium

  - Corrections des niveaux recommandés pour les vitamines

- Tableaux III-4_a to III-4_c Chats
  - Les ratios Ca/P calcium/phosphore des aliments pour chats ont été adaptés conformément aux recommandations du sous-groupe de travail sur le calcium

  - La recommandation minimale en iode pour le chat adulte a été adaptée après réexamen de la bibliographie

- Le maximum nutritionnel pour le sodium a été supprimé et remplacé par une note de bas de page

b. Tableaux de justification

- Mise à jour des références pour la vitamine A chez le chien en croissance

- Suppression des références pour le ratio calcium-phosphore chez le chat

- Adaptation de la justification et des références pour la recommandation en iode chez le chat adulte

c. Tableaux de conversion des vitamines

- Thiamine : ajout de « = thiamine Cl »

3. Adaptations du Guide nutritionnel 2013 vs le Guide nutritionnel 2012

a. Tableaux de recommandations

- Tableaux III-3_a à III-3_c Chiens
  - Suppression du maximum nutritionnel pour le zinc

- Tableaux III-4_a to III-4_c Chats
  - Suppression du maximum nutritionnel pour le zinc

b. Tableaux de justification

- Mise à jour des références pour le sélénium chez le chien en croissance

c. Nouvelle ANNEXE 1: Note d'état corporel

d. ANNEXE 2: Energie

- Adaptation aux nouvelles recommandations pour les besoins énergétiques des chats et chiens d'intérieur afin de réduire le risque d'obésité

- Ajout du paragraphe 2.5 avec une règle de calcul pour adapter les niveaux des nutriments aux différents besoins énergétiques quotidiens

4. Adaptations du Guide nutritionnel 2014 vs le Guide nutritionnel 2013

a. Dans l'ensemble du guide: numérotation des paragraphes et des tableaux

b. Tableaux de recommandations

- Tableaux III-$3_{a,b,c}$ Chiens
  - o Ajout de recommandations pour chiens avec un BEE de 95kcal/kgPV0.75
  - o Valeurs maximales légales exprimées uniquement sur la matière sèche pour respecter la réglementation
  - o Augmentation des valeurs de Met/Cys pour respecter les recommandations NRC et en ajoutant une correction pour l'ingéré énergétique
  - o Modification des recommandations pour les vitamines du groupe B en se référant aux Apports Adéquats (AA) du NRC (si disponible)
- Tableaux III-$4_{a,b,c}$ Chats
  - o Ajout des recommandations pour chats avec un BEE de 75kcal/kgPV0.67
  - o Valeurs maximales légales exprimées uniquement sur la matière sèche pour respecter la réglementation
  - o Modification des recommandations pour les vitamines du groupe B en se référant aux Apports Adéquats (AA) du NRC (si disponible)
  - o Suppression de la recommandation en vitamine K
  - o Correction de la valeur nutritionnelle maximale pour la vitamine D

c. Tableaux de justification

- Mise à jour des justifications pour les protéines totales, matières grasses totales, les vitamines du groupe B et vitamine K (chats)

d. ANNEXE 2: Energie

- Mise à jour du paragraphe 2.4.2 (chats)
- Mise à jour du tableau VII-9
- Mise à jour du paragraphe 2.5
- Nouveau tableau VII-11 avec les niveaux en nutriments recommandés - Unités par kg de poids vif métabolique

e. Nouvelle ANNEXE 9: Recommandations nutritionnelles en fonction de l'état physiologique et des besoins énergétiques d'entretien

5. Adaptations du Guide nutritionnel 2016 vs le Guide nutritionnel 2014

a. Glossaire

- Mise à jour des références pour les définitions de EB, ED et EM
- Mise à jour de la référence pour la définition de ration journalière (Règlement (UE) 1831/2003)

b. Recommandations en sodium et chlorure pour les chiens

- Suppression des valeurs maximales des tableaux III-$3_{a,b,c}$ & VII-17_{c-d}
- Ajout d'une note de bas de page sur la connaissance de niveaux sûrs

c. Limite légale du sélénium pour chiens et chats

- Ajout d'une note de bas de page aux tableaux III-3_{a-c}, III-4_{a-c}, VII-17_{a-d}, VII-18_{a-c}

d. Valeur nutritionnelle minimale pour la vitamine D en croissance & reproduction chez les chats

- Valeur modifiée de 75 UI/100g MS à 28 UI/100g MS dans le Tableau III-4_a
- Valeur modifiée de 188 UI/1000kcal à 70 UI/1000kcal dans le Tableau III-4b
- Valeur modifiée de 44.8 UI/MJ à
- 16.7 UI/MJ dans le Tableau III-4_c
- Valeurs modifiées comme précédemment cité dans le tableau VII-18_a

e. Recommandations en potassium pour les chiens en croissance 2ème âge

- Valeur pour 1000 kcal rectifiée à 1.10g/1000kcal dans les Tableaux III-3_b & VII-17_b

f. Cystéine/Cystine

- La cystéine est remplacée par la cystine dans les Tableaux III-3_{a-c}, VII-11 et dans les pages 71 & 72.

g. Besoins énergétiques pendant l'allaitement

- Correction des facteurs de l'équation pour estimer les besoins énergétiques pendant l'allaitement dans le Tableau VII-8. Par exemple, pour les kcal, le facteur 132 devient 145, pour les MJ, le facteur 550 devient 607

6. Adaptations du Guide nutritionnel 2017 vs le Guide nutritionnel 2016

a. Remerciements – Conseil Scientifique

- Prof. Ahlstrøm, Øystein: retiré
- Dr. Marge Chandler & Dr. Marta Hervera : ajoutées

b. Maximum legal en Zinc

- La valeur passe de 28,40 mg/MS à 22,70 mg/MS dans les Tableaux III-3_a, III-4_a, VII – $17_{a,b,c,d}$, VII - $18_{a,b,c}$

c. Cystine

- Explication et référence sur la cystine ajoutées dans les chapitres 3.3.1 et 3.3.2.

d. Sodium

- Chiens adultes – référence à la communication personnelle retirées (3.3- Justification des recommandations)
- Chats adultes – référence au rapport interne du SAB remplacée par la référence à la publication de P Nguyen et al. (3.3- Justification des recommandations)

e. Energie métabolisable

- Section 2.2.2 actualisée des dernières découvertes pour le calcul de l'énergie dans les aliments pour chats and chiens.

7. Adaptations du Guide nutritionnel 2018 vs le guide nutritionnel 2017

a. Toutes les références bibliographiques ont été rassemblées en fin de document

b. Les références bibliographiques ont été révisées et standardisées

c. La notation des unités a été harmonisée xx unité/ xxx unité

d. La numérotation des chapitres a été modifiée (ANNEXE devient chapitre 7) ; plusieurs références dans le texte ont été révisées en conséquence

e. L'orthographe américaine a été remplacée par l'orthographe anglaise pour harmoniser la version anglaise

f. **Au chapitre 1. Glossaire,** une nouvelle référence supporte la définition des aliments sec, semi-humide et humide

- Aliment sec : dont l'humidité est au plus égale à 14% (définition historique de l'industrie)
- Aliment semi-humide : dont l'humidité est au moins égale à 14% et au plus à 60% (définition historique de l'industrie)
- Aliment humide : dont l'humidité est au moins égale à 60% (définition historique de l'industrie)

g. **3.1.1.** Suppression de « Le guide FEDIAF est basé sur des études scientifiques publiées (incluant le NRC 2006) et de données non publiées provenant d'experts du terrain. »

h. **Tableau III-3$_a$** et **Tableau 17$_a$** : la valeur de choline pour la croissance 1er âge et la reproduction est passée de 209 à 170 mg/100g MS

i. **3.3.** : le titre « *Aliment complet pour animaux familiers (suite) Justification des tables de recommandations en nutriments* » est remplacé par « *Justification des tables de recommandations en nutriments* »

j. **3.3.** « *Ces recommandations sont basées sur des études scientifiques publiées (incluant le NRC 2006) et de données non publiées provenant d'experts du terrain.* » remplacé par: « *Ces recommandations sont basées sur des études scientifiques publiées et le NRC 2006.* »

k. **3.3.2.** : le titre « protéines totales » est remplacé par « *acides aminés* » et « *glutamate* »

l. **Tableau VI-1.** : titre changé en « *Abréviations* »

m. **6.1.1. et 6.1.2**. Dans l'introduction, ajout de « la digestibilité des nutriments »

n. **6.1.2.4**. modification des apports alimentaires : « environ » est inséré.

o. **6.1.2.9.** « l'hydrolyse contrôlée de l'échantillon » remplacée par « l'hydrolyse acide contrôlée de l'échantillon »

p. **6.2.2.4.** Les apports alimentaires sont harmonisés sur **6.1.2.4**.

q. **6.2.2.7.** le titre « *Collecte de selles* » est remplacé par « *Collecte* »

r. **6.2.2.9.** la référence aux méthodes d'analyses indique le Tableau V-1 et non plus un n° de page

s. **6.2.2.10**. le terme « brute » est ajouté « *les matières grasses* **brutes**, *cendres* **brutes** *et la matière sèche digestibles peuvent être calculées comme la protéine digestible* »

t. **Tableau VII-4**. Des abréviations sont supprimées

u. **7.2.2.2.** dans les tableaux d'énergie métabolisable, le terme « brute » est ajouté aux constituants nutritionnels

v. **7.7.2.2.** le tableau 1 devient tableau VII-15. ; **7.7.3.3.** le tableau 2 devient tableau VII-16.

w. **Tableau VII-8.** : « kcal » est ajouté dans les formules de calcul de l'énergie pour la gestation (chien) et lactation (chat)

x. **Tableau VII-11.** : l'unité pour la taurine (g) est précisée

y. **Tableau VII-14**. : rectification de Niamin en Niacin

z. Changement de la numérotation des tableaux VII-18$_{a-d}$ en VII-17$_{a-d}$ et VII-19$_{a-c}$ en VII-18$_{a-c}$

aa. **Tableau VII-5** : « *brutes* » ajouté à « *matières grasses* »

bb. **Références** : « *Dobenecker B. (2015) Metabolisable energy in pet food - a comparison between the accuracy of predictive equations versus experimental determination. In. FEDIAF internal report* » est supprimé et remplacé par: «*EN 16967:2017 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis. Predictive equations for metabolizable energy in feed materials and compound feed (pet food) for cats and dogs including dietetic food* »

cc. **7.2.3.1.** « *Ce que dit une telle équation est la valeur attendue pour un « chien typique d'une taille donnée »* » est remplacé par « *L'équation pour le BEM fournit la valeur moyenne attendue pour un chien typique d'une taille donnée* ».

« *Ceci est largement accepté et facile à calculer en extrayant deux fois la racine carrée du PV élevé au cube (Lewis et al. 1987a)* » est supprimé.

dd. **7.6.2.3.** « *Allergie alimentaire* ***Réaction métabolique*** *Intolérance alimentaire. Une réaction indésirable causée par une déficience métabolique (par ex. intolérance au lactose)* » est remplacé par « *Intolérance Alimentaire Réaction sans médiation immunitaire pouvant résulter d'un déficit métabolique, par exemple.* »

ee. L'Annexe 8 : « familles de produits » a été supprimée

ff. **3.1.** « *Chaque famille de produits (ANNEXE 8.) doit être validée par des analyses chimiques sur le produit fini* » est remplacé par « *Chaque produit doit être validée par des analyses chimiques sur le produit fini* »

gg. **3.1.5.** « *et/ou respecte réellement son allégation d'appartenance à une famille* » est supprimé

hh. **Tableau III-4$_a$** : le maximum nutritionnel du chlorure est supprimé

ii. **3.3.2.** « *La valeur en* **chlorure** *est basée sur l'hypothèse que le chlorure provient du chlorure de sodium NaCl* » est supprimé

jj. **Tableau VII-17$_{a,b}$ et Tableau VII-18$_{a,b,c}$** « *Réglt sur le sélénium organique* » est remplacé par « *Pour le sélénium organique, un niveau maximal de supplémentation de 22.73 µg Se organique/100 g MS (0.20 mg Se organique/kg d'aliment complet à 12 % d'humidité) s'applique.* »

kk. **Table VII-17$_{c,d}$** « *cf. note de bas de page c aux Tableaux III-3$_{a-c}$* » est remplacé par « *a. Les données scientifiques montrent que les taux de sodium jusqu'à 1,5% MS et les taux de chlorure jusqu'à 2,35% MS sont sans danger pour des chiens en bonne santé. Des taux supérieurs peuvent également être sans danger, mais aucune donnée scientifique n'est disponible.* » « *Pour le sélénium organique, un niveau maximal de supplémentation de 22.73 µg Se organique/100 g MS (0.20 mg Se organique/kg d'aliment complet à 12 % d'humidité) s'applique.* » est ajoutée en b).

ll. **Tableau III-4$_{a,b,c}$** : Une note de bas de page g. est ajoutée: « *Une consommation élevée de composés à base de phosphore inorganique peut altérer les indicateurs du fonctionnement rénal chez le chat* » (*Dobenecker B et al* (2018) : Effect of a high phosphorus diet on indicators of renal health in cats. J Feline Med Surg. 2018; 20(4):339-343). Des recherches complémentaires sont nécessaires pour clarifier le risque potentiel.

mm. La référence suivante est ajoutée à la liste bibliographique: Dobenecker B, Webel A, Reese S, Kienzle E. (2018): Effect of a high phosphorus diet on indicators of renal health in cats. J Feline Med Surg.; 20(4):339-343).

nn. Les notes de bas de page a à g sont rassemblées sous le tableau III-4$_c$.

oo. **Tableau VII-17$_b$:** la valeur en Calcium par MJ EM and pour 100g MS a été modifiée.

8. Adaptations du Guide nutritionnel 2018 décembre vs. le guide nutritionnel 2018 août

a. La note de bas de page (g) est remplacée par "*Une consommation élevée de composés à base de phosphore inorganique (tel que NaH2PO4) peut altérer les indicateurs du fonctionnement rénal chez le chat (Alexander et al. 2018, Dobenecker et al. 2018a, Dobenecker et al. 2018b). Des recherches complémentaires sont nécessaires pour clarifier le risque potentiel* ».

b. **3.3.2.** Un nouveau paragraphe est ajouté sous le titre « MINERAUX » :
Phosphore :

« Des études suggèrent que la consommation de certains composés source de phosphore inorganique contenant du sodium affecte avec un effet dose dépendant et de façon différenciée la teneur sanguine post-prandiale en phosphore et celle en hormones régulant la phosphorémie, par comparaison aux aliments dont le phosphore ne provient que des céréales et des farines animales (Coltherd et al. 2018) ».

c. Les références suivantes sont ajoutées à la liste bibliographique:

Alexander J, Stockman J, Atwal J, et al. (2019) Effects of the long-term feeding of diets enriched with inorganic phosphorus on the adult feline kidney and phosphorus metabolism. Br J Nutr. 121(3):249-269.

Coltherd JC, Staunton R, Colyer A, et al. (2019) Not all forms of dietary phosphorus are equal: an evaluation of postprandial phosphorus concentrations in the plasma of the cat. Br J Nutr. 121:270-284.

Dobenecker B, Hertel-B.hnke P, Webel A, et al. (2018a) Renal phosphorus excretion in adult healthy cats after the intake of high phosphorus diets with either calcium monophosphate or sodium monophosphate. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 102(6):1759-1765.

9. Adaptations du Guide nutritionnel 2019 vs le guide nutritionnel 2018

a. **Table III-3$_a$, III-4$_a$, VII-17$_{a-d}$ et Table VII-18$_{a-c}$.** Le maximum légal en Fer est changé de 142.00 mg à 68.18. mg pour 100 g de matière sèche (DM)

b. **3.3.1.** La phrase suivante est ajoutée sous le titre « *Fer* » : « *De plus, la quantité en Fer inerte n'est pas à prendre en compte dans le calcul de la teneur en Fer total de l'aliment pour le maximum légal UE.* »

c. **3.3.2.** La phrase suivante est ajoutée sous le titre « *Fer* » :« De plus, la quantité en Fer inerte n'est pas à prendre en compte dans le calcul de la teneur en Fer total de l'aliment pour le maximum légal UE. »

10. Adaptations du Guide nutritionnel 2020 vs le guide nutritionnel 2019

a. Préface – Révision par le Dr. Marge Chandler, présidente du SAB

b. Remerciement – Conseil Scientifique : Prof. Charlotte Reinhard Bjørnvad et le Dr. Ana Luísa Lourenço ajoutées

c. Modification du minimum nutritionnel pour la valeur du Calcium pour les chats

d. Modification du minimum nutritionnel pour la valeur du Phosphore pour les chats

e. Modification du minimum nutritionnel pour la

valeur du Sélénium

f. Note de bas de page g. a été ajoutée : La biodisponibilité des minéraux doit être soigneusement prise en compte dans les formules où la concentration de ces nutriments est proche des quantités recommandées. Par exemple, dans les régimes à haute teneur en fibres et dans les formules où des matières premières végétales riches en phytate sont utilisées comme source principale de phosphore.

g. La référence suivante a été ajoutée au chapitre 3.3.1. rubrique Acides gras oméga 3 et 6 et à la liste des références : Hadley, KB., Bauer, J., Milgra, NW. (2017). The oil-rich alga Schizochytrium sp. As a dietary source of docosahexaenoic acid improves shape discrimination learning associated with visual processing in a canine model of senescence. Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids, 118, 10-18.

h. Table VII-14 : les calculs de la thiamine sont basés sur le cation thiamine et les valeurs recalculées pour la thiamine Cl, le mononitrate de thiamine et le chlorhydrate de thiamine

i. Table VII-14 : le calcul de pyridoxine a été corrigé. La valeur est passée de 0,89 à 0,82 mg

j. De nombreuses corrections rédactionnelles ont été apportées sans changer le contexte

9. References

AAFCO. (2011) Dog and cat food metabolizable energy protocols. In: Official Publication. Association of American Feed Control Officials Inc, p. 175-180.

Armed Forces Institute of Pathology (2003) Dep Vet Path, Conference 7. Case 1, p. 1.

Alexander JE, Moore MP, Wood LLH. (1988) Comparative growth studies in Labrador Retrievers fed 5 commercial calorie-dense diets. Mod vet pract. 31: 144-148.

Alexander J, Stockman J, Atwal J, et al. (2019) Effects of the long-term feeding of diets enriched with inorganic phosphorus on the adult feline kidney and phosphorus metabolism. Br J Nutr. 121(3):249-269.

Amaud P. (1989) Actualités technologiques dans l'industrie des aliments pour chiens. Rec Méd Vét 165(6-7): 527-535.

Anderson PJB, Rogers QR, Morris JG. (2002) Cats Require More Dietary Phenylalanine or Tyrosine for Melanin Deposition in Hair than for Maximal Growth. J Nutr. 132(7):2037-2042.

Arthur D. (1970) The determination of chromium in animal feed and excreta by atomic absorption spectrophotometry. Can Spect. 15:134.

ASPCA. (2004) Raisins and grapes can be toxic to dogs. ASPCA Animal Poison Control Centre Issues. http://www.aspcapro.org/sites/default/files/q.pdf

Backus RC, Cohen G, Pion PD, et al. (2003) Taurine deficiency in Newfoundlands fed commercially available complete and balanced diets. J Am Vet Med Assoc. 223(8):1130-1136.

Backus RC, Ko KS, Fascetti AJ, et al. (2006) Low plasma taurine concentration in Newfoundland dogs is associated with low plasma methionine and cyst(e)ine concentrations and low taurine synthesis. J Nutr. 136(10):2525-2533.

Baez J, Michel K, Sorenmo K, et al. (2007) Corrigendum to "A prospective investigation of the prevalence and prognostic significance of weight loss and changes in body condition in feline cancer patients". J Feline Med Surg. 9 411-417.

Bai SC, Sampson DA, Morris JG, et al. (1991) The Level of Dietary Protein Affects the Vitamin B-6 Requirement of Cats. J Nutr. 121(7):1054-1061.

Bai SC, Sampson DA, Morris JG, et al. (1989) Vitamin B-6 Requirement of Growing Kittens. J Nutr. 119(7):1020-1027.

Bauer JE, Heinemann KM, Bigley KE, et al. (2004) Maternal Diet α-Linolenic Acid during Gestation and Lactation Does Not Increase Docosahexaenoic Acid in Canine Milk. J Nutr. 134(8):2035S-2038S.

Bauer JE, Heinemann KM, Lees GE, et al. (2006a) Docosahexaenoic Acid Accumulates in Plasma of Canine Puppies Raised on α-Linolenic Acid–Rich Milk during Suckling but Not When Fed α-Linolenic Acid– Rich Diets after Weaning. J Nutr. 136(7):2087S-2089S.

Bauer JE, Heinemann KM, Lees GE, et al. (2006b) Retinal Functions of Young Dogs Are Improved and Maternal Plasma Phospholipids Are Altered with Diets Containing Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids during Gestation, Lactation, and after Weaning. J Nutr. 136(7):1991S-1994S.

Biourge V, Sergheraert R. (2002) Hair pigmentation can be affected by diet in dogs. In: Proc Comp Nutr Soc. 103-104.

Bjornvad CR, Nielsen DH, Armstrong PJ, et al. (2011) Evaluation of a nine-point body condition scoring system in physically inactive pet cats. Am J Vet Res. 72(4):433-437.

Blaxter KL. (1989a) Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press, Cambridge, UK: p.20.

Blaxter KL. (1989b) The minimal metabolism. In: Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press, Cambridge, UK: p. 120-146.

Blaza SE, Burger IH, Holme DW, et al. (1982) Sulfurcontaining amino acid requirements of growing dogs. J Nutr. 112(11):2033-2042.

Boemke W, Palm U, Kaczmarczyk G, et al. (1990) Effect of high sodium and high water intake on 24 h-potassium balance in dogs. Zeitschrift für Versuchstierkunde. 33(4):179-185.

Booles D, Burger IH, Whyte AL, et al. (1991) Effects of Two Levels of Zinc Intake on Growth and Trace Element Status in Labrador Puppies. J Nutr. 121 (suppl_11):S79-S80.

Burger I. (1979) Water balance in the dog and cat. Pedigree digest. 6:10-11.

Burger IH, Barnett KC. (1982) The taurine requirement of the adult cat. J S Anim Prac. 23(9):533-537.

Burger IH, Smith P. (1987) Aminos.urenbedarf erwachsener Katzen. In: International Symposium Ern.hrung, Fehlern.hrung, und Di.tetik bei Hund und Katze, Hannover (DE); 93-97.

Burger IH. (1994) Energy Needs of Companion Animals: Matching Food Intakes to Requirements Throughout the Life Cycle. J Nutr. 124(suppl_12):2584S-2593S.

Burkholder WJ. (2000) Use of body condition scores in clinical assessment of the provision of optimal nutrition. J Am Vet Med Assoc. 217(5):650-654.

Calvez J, Biourge V, Weber M, et al. (2012a) Metabolizable energy in dry dog food is best predicted by NRC 2006 equation. In: 12 AAVN Clinical Nutrition and Research Symposium.

Calvez J, Weber M, Ecochard C, et al. (2012b) Metabolizable energy in dry cat food is best predicted by NRC 2006 equation. In: 16 Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition.

Campbell A. (2001) Chocolate intoxication in dogs. UK Vet. 6(6):40-42.

Carson TL. (2006) Methylxanthines. In: Small Animal Toxicology. Elsevier, 845-852.

Castillo VA, Lalia JC, Junco M, et al. (2001a) Changes in Thyroid Function in Puppies Fed a High Iodine Commercial Diet. Vet J. 161(1):80-84.

Castillo VA, Pisarev MA, Lalia JC, et al. (2001b) Nutrition: Commercial diet induced hypothyroidism due to high iodine. A histological and radiological analysis. Veterinary Quarterly. 23(4):218-223.

Chang HS, Yamato O, Sakai Y, et al. (2004) Acceleration of superoxide generation in polymorphonuclear leukocytes and inhibition of platelet aggregation by alk(en)yl thiosulfates derived from onion and garlic in dogs and humans. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 70(1):77-83.

Cline JL, Odle J, Easter RA. (1996) The Riboflavin Requirement of Adult Dogs at Maintenance Is Greater than Previous Estimates. J Nutr. 126(4):984-988.

Cline JL, Czarnecki-Maulden GL, Losonsky JM, et al. (1997) Effect of increasing dietary vitamin A on bone density in adult dogs. J Anim Sci. 75(11):2980.

Colliard L, Ancel J, Benet JJ, et al. (2006) Risk Factors for Obesity in Dogs in France. J Nutr. 136(7):1951S-1954S.

Colliard L, Paragon BM, Lemuet B, et al. (2009) Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. J Feline Med Surg. 11(2):135-140.

Coltherd JC, Staunton R, Colyer A, et al. (2019) Not all forms of dietary phosphorus are equal: an evaluation of postprandial phosphorus concentrations in the plasma of the cat. Br J Nutr. 121:270-284.

Connor MM, Labato A, Laflamme DP. (2000) Variation in maintenance energy requirements of pet dogs. In: Purina Nutrition Forum Proceedings Supplement to Compendium of continuing education for the practicing veterinarian. 23 (9a) p. 84.

Cope R. (2005) Allium species poisoning in dogs and cats. Vet Med. 100(8):562.

Czarnecki GL, Hirakawa DA, Baker DH. (1985) Antagonism of Arginine by Excess Dietary Lysine in the Growing Dog. J Nutr. 115(6):743-752.

Czarnecki-Maulden GL, Deming JG, Izquierdo JV. (1989) Evaluation of practical dry dog foods suitable for all life stages. J Am Vet Med Assoc. 195(5):583-590.

Dämmrich K. (1991) Relationship between Nutrition and Bone Growth in Large and Giant Dogs. J Nutr.
121(suppl_11):S114-S121.

Deady JE, Anderson B, O'Donnell JA, et al. (1981a) Effects of Level of Dietary Glutamic Acid and Thiamin on Food Intake, Weight Gain, Plasma Amino Acids, and Thiamin Status of Growing Kittens. J Nutr. 111(9):1568-1579.

Deady JE, Rogers QR, Morris JG. (1981b) Effect of High Dietary Glutamic Acid on the Excretion of 35S-Thiamin in Kittens. J Nutr. 111(9):1580-1585.

Debraekeleer J, Gross KL, Zicker SC. (2000) Feeding guides for mature dogs and cats. Sm Anim Cli Nutr.1027-1037.

Decker R, Meyer G. (1972) Theobromine poisoning in a dog. J Am Vet Med Assoc. 161(2):198.

Delaney SJ, Kass PH, Rogers QR, et al. (2003) Plasma and whole blood taurine in normal dogs of varying size fed commercially prepared food. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 87(5-6):236-244.

Dobenecker B, Hertel-B.hnke P, Webel A, et al. (2018a) Renal phosphorus excretion in adult healthy cats after the intake of high phosphorus diets with either calcium monophosphate or sodium monophosphate. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 102(6):1759-1765.

Dobenecker B, Zottmann B, Kienzle E, et al. (1998) Milk yield and milk composition of lactating queens. J Anim Physiol Anim Nutr. 80(1-5):173-178.

Dobenecker B, Webel A, Reese S, Kienzle E. (2018b) Effect of a high phosphorus diet on indicators of renal health in cats. J Feline Med Surg. 2018; 20(4): 339-343.

Douglass GM, Fern EB, Brown RC. (1991) Feline Plasma and Whole Blood Taurine Levels as Influenced by Commercial Dry and Canned Diets. J Nutr. 121(suppl_11):S179-S180.

Drolet R, Arendt T, Stowe C. (1984) Cacao bean shell poisoning in a dog. J Am Vet Med Assoc. 185(8):902-902.

Earle KE, Smith PM. (1991) The effect of dietary taurine content on the plasma taurine concentration of the cat. Brit J Nutr. 66(02):227.

Edtstadtler-Peitsch, G. (2003). Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen (Doctoral dissertation, Ludwig-Maximilians-Universit.t München).

Elliott DA, Marks SL, Cowgill LD, et al. (2000) Effect of hemodialysis on plasma amino acid concentrations in healthy dogs. Am J Vet Res. 61(8):869-873.

EN ISO 22000:2005. (2005) Adapted to pet food: Food safety management systems - Requirements for any organization in the food chain. EN 16967:2017 Animal feeding stuffs: Methods of sampling and analysis.

Predictive equations for metabolizable energy in feed materials and compound feed (petfood) for cats and dogs including dietetic food

Eubig PA, Brady MS, Gwaltney-Brant SM, et al. (2005) Acute Renal Failure in Dogs After the Ingestion of Grapes or Raisins: A Retrospective Evaluation of 43 Dogs (1992-2002). J Vet Intern Med. 19(5):663-674.

Faliu L. (1991) Les intoxications du chien par les plantes et produits d'origine végétale. Prat Méd Chirurg Anim Comp. 26(6):549.

Farbman D. (2001) Death by chocolate? Methylxanthine toxicosis. Veterinary Learning Systems.

Fascetti AJ, Morris JG, Rogers QR. (1998) Dietary Copper Influences Reproductive Efficiency of Queens. J Nutr. 128(12):2590S-2593S.

Fascetti AJ, Reed JR, Rogers QR, et al. (2003) Taurine deficiency in dogs with dilated cardiomyopathy: 12 cases (1997-2001). J Am Vet Med Assoc. 223(8): 1137-1141.

Fenwick G. (1984) Onion toxicity. Mod vet pract. 65(1):4.

Fettman MJ, Stanton CA, Banks LL, et al. (1997) Effects of neutering on bodyweight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats. Res Vet Sci. 62(2):131-136.

Finco DR, Brown SA, Crowell WA, et al. (1994) Effects of aging and dietary protein intake on uninephrectomized geriatric dogs. Am J Vet Res. 55(9):1282-1290.

Finke MD. (1991) Evaluation of the Energy Requirements of Adult Kennel Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S22-S28.

Finke MD. (1994) Energy Requirements of Adult Female Beagles. J Nutr. 124(suppl_12):2604S-2608S.

Food and Nutrition Board. (1994) How should the Recommended Dietary Allowances be Revised? A concept paper from the Food and Nutrition Board Nutrition Reviews.216-219.

Fox P. (2000) Taurine deficiency dilated cardiomyopathy and idiopathic myocardial failure. In: SJ Ettinger EF, ed. Textbook of Veterinary Internal Medicine. 5 ed. WB Saunders Company, Philadelphia: p. 908-912.

Freytag TL, Liu SM, Rogers QR, et al. (2003) Teratogenic effects of chronic ingestion of high levels of vitamin A in cats. J Anim Physiol Anim Nutr. 87(1-2):42-51.

German AJ, Holden SL, Moxham GL, et al. (2006) A Simple, Reliable Tool for Owners to Assess the Body Condition of Their Dog or Cat. J Nutr. 136(7):2031S-2033S.

Gesellschaft für Ern.hrungsphysiologie. (1989) Grunddaten für die Berechnung des Energie- und N.hrstoffbedarfs. In: Ausschu. für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ern.hrungsphysiologie, Energie- und N.hrstoffbedarf, Nr5 (Hunde/dogs). In: DLG Verlag, Frankfurt (Main): p. 9-31.

Gfeller RW, Messonnier SP. (1998a) Onion and garlic toxicity. In: Handbook of small animal toxicology & poisonings. Mosby, Inc., St. Louis, MO: p. 197-198.

Gfeller RW, Messonnier SP. (1998b) Onion and garlic toxicity. In: Mosby, ed. Handbook of small animal toxicology & poisonings. Inc. St. Louis, p. 197-198.

Giger U. (2005) Regenerative anemias caused by blood loss or hemolysis. In: Feldman SEE, ed. Textbook of Veterinary Internal Medicine. 3rd ed. 2, WB Saunders Company, Philadelphia, PA: (177) p. 1784-1804.

Glauberg A, Blumenthal H. (1983) Chocolate poisoning in the dog. J Am Anim Hosp Assoc. 19 (3/4), 246-248.

Goldy GG, Burr JR, Langardener CN. (1996) Effects of measured doses of vitamin A fed to healthy beagle dogs for 26 weeks. Vet Clin Nutr.3:42-49.

Goodman SA, Montgomery RD, Fitch RB, et al. (1998) Serial orthopedic examinations of growing Great Dane puppies fed three diets varying in calcium and phosphorus. Recent advances in canine and feline nutrition. 3:3-12.

Guilford WG. (1994) Adverse reactions to foods: A gastrointestinal perspective. In: Compend Contin Educ Pract Vet. 16 (8), p. 957-969.

Gwaltney-Brant S. (2001) Chocolate intoxication. Vet Med. 96(2):108-111.

Hadley, KB., Bauer, J., Milgram, NW. (2017). The oil-rich alga Schizochytrium sp. as a dietary source of docosahexaenoic acid improves shape discrimination learning associated with visual processing in a canine model of senescence. Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids, 118, 10-18.

Hall JA. (1996) Potential adverse effects of long-term consumption of (n-3) fatty acids. Compend Contin Educ Pract Vet.18 (8), 879-895.

Hall JA, Wander RC, Gradin JL, et al. (1999) Effect of dietary n-6-to-n-3 fatty acid ratio on complete blood and total white blood cell counts, and T-cell subpopulations in aged dogs. Am J Vet Res. 60:319-327.

Hall JA, Tooley KA, Gradin JL, et al. (2003) Effects of dietary n-6 and n-3 fatty acids and vitamin E on the immune response of healthy geriatric dogs. Am J Vet Res. 64(6):762-772.

Halliwell REW. (1992) Comparative aspects of food intolerance. Vet Med. 87:893-899.

Hansen S, Trammel H, Dunayer E, et al. (2003) Cocoa bean mulch as a cause of methylxanthine toxicosis in dogs. J Tox: Clin Tox. 41(5):720.

Harper EJ, Stack DM, Watson TDG, et al. (2001) Effects of feeding regimens on bodyweight, composition and condition score in cats following ovariohysterectomy. J S Anim Prac. 42(9):433-438.

Harvey JW, Rackear D. (1985) Experimental Onion-Induced Hemolytic Anemia in Dogs. Vet Path. 22(4):387-392.

Hathcock JN, Hattan DG, Jenkins MY, et al. (1990) Evaluation of vitamin A toxicity. Am J Clin Nutr. 52(2):183-202.

Hauck B, Rokey G, Smith O, et al. (1994) Extrusion cooking systems. In: Feed Manufacturing Technology IV. McEllhiney edit. American Feed Industry Association, Inc.131-139.

Hazewinkel HAW, Hackeng WHL, Bosch R, et al. (1985) Influences of Different Calcium Intakes on Calciotropic Hormones and Skeletal Development in Young Growing Dogs. In: Comparative Pathophysiology of Regulatory Peptides. S. Karger AG. 17 p. 221-232.

Heinemann KM, Waldron MK, Bigley KE, et al. (2005a) Improvement of retinal function in canine puppies from mothers fed dietary long chain n-3 polyunsaturated fatty acids during gestation and lactation. J Vet Intern Med. 19(3):442-443.

Heinemann KM, Waldron MK, Bigley KE, et al. (2005b) Long-Chain (n-3) Polyunsaturated Fatty Acids Are More Efficient than α-Linolenic Acid in Improving Electroretinogram Responses of Puppies Exposed during Gestation, Lactation, and Weaning. J Nutr. 135(8):1960-1966.

Heinemann KM, Bauer JE. (2006) Docosahexaenoic acid and neurologic development in animals. J Am Vet Med Assoc. 228(5):700-705.

Helm RM. (2002) Food allergy animal models. Annals of the New York Academy of Sciences. 964(1):139-150.

Hendriks WH, Wu YB, Shields RG, et al. (2002) Vitamin E Requirement of Adult Cats Increases Slightly with High Dietary Intake of Polyunsaturated Fatty Acids. J Nutr. 132(6):1613S-1615S.

Herwill AM. (1994) Effect of excess L-tyrosine and L-tryptophan added to a low protein diet for growing kittens. Master Thesis. University of California, Davis.

Heusner AA. (1991) Body Mass, Maintenance and Basal Metabolism in Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S8-S17.

Hickman MA, Rogers QR, Morris JG. (1990) Effect of Processing on Fate of Dietary [14C]Taurine in Cats. J Nutr. 120(9):995-1000.

Hickman MA, Rogers QR, Morris JG. (1992) Taurine Balance is Different in Cats Fed Purified and Commercial Diets. J Nutr. 122(3):553-559.

Hill AS, O'Neill S, Rogers QR, et al. (2001) Antioxidant prevention of Heinz body formation and oxidative injury in cats. Am J Vet Res. 62(3):370-374.

Hoag SW, Hussain AS. (2001) Adapted from: The impact of formulation on bioavailability: Summary of workshop discussion. J Nutr. 131(4):1389S-1391S.

Hooser S, Beasley V. (1986) Methylxanthine poisoning (chocolate and caffeine toxicosis). Curr Vet Therap for Sm Anim Prac.191-192.

Hu Q, Yang Q, Yamato O, et al. (2002) Isolation and Identification of Organosulfur Compounds Oxidizing Canine Erythrocytes from Garlic (Allium Sativum). J Agric Food Chem. 50(5):1059-1062.

Huxtable RJ. (1992) Physiological actions of taurine. Physiological Reviews. 72(1):101-163.

Jenkins KJ, Phillips PH. (1960a) The Mineral Requirements of the Dog: I. Phosphorus Requirement and Availability. J Nutr. 70(2):235-240.

Jenkins KJ, Phillips PH. (1960b) The Mineral Requirements of the Dog: II. The Relation of Calcium, Phosphorus and Fat Levels to Minimal Calcium and Phosphorus Requirements. J Nutr. 70(2):241-246.

Kanchuk ML, Backus RC, Calvert CC, et al. (2002) Neutering Induces Changes in Food Intake, Body Weight, Plasma Insulin and Leptin Concentrations in Normal and Lipoprotein Lipase–Deficient Male Cats. J Nutr. 132(6):1730S-1732S.

Kaplan A. (1995) Onion powder in baby food may induce anemia in cats. J Am Vet Med Assoc. 207(11):1405.

Kealy RD, Olsson SE, Monti KL, et al. (1992) Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. J Vet Med Series A. 201:857-857.

Kealy RD, Lawler DF, Ballam JM, et al. (2002) Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. J Am Vet Med Assoc. 220(9):1315-1320.

Kienzle, E., Meyer, H., & Lohrie, H. (1985). Einfluss kohlenhydratfreier Rationen mit unterschiedlichen Protein/ Energierelationen auf f.tale Entwicklung und Vitalit.t von Welpen sowie die Milchzusammensetzung von Hündinnen. Untersuchungen zum Energie- und N.hrstoffbedarf von Zuchthündinnen und Saugwelpen, p. 73-99.

Kienzle E, Meyer H. (1989) The effects of carbohydratefree diets containing different levels of protein on reproduction in the bitch. In: Burger IH, Rivers JPW, eds. Nutrition of the dog and cat. Cambridge University Press, Cambridge, UK: p. 229-242.

Kienzle E, Opitz B, Earle KE, et al. (1998) The development of an improved method of predicting the energy content in prepared dog and cat food. J Anim Physiol Anim Nutr. 79(1-5):69-79.

Kienzle E, Rainbird A. (1991) Maintenance Energy Requirement of Dogs: What is the Correct Value for the Calculation of Metabolic Body Weight in Dogs? J Nutr. 121(suppl_11):S39-S40.

Kienzle E, Schrag I, Butterwick R, et al. (2002) Calculation of Gross Energy in Pet Foods: Do We Have the Right Values for Heat of Combustion? J Nutr. 132(6):1799S-1800S.

Kleiber M. (1961) Animal temperature regulation. In: The Fire of Life. John Wiley & Sons, Inc, p. 146-174.

Kronfeld DS. (1989a) Biotin. In: Vitamin & Mineral Supplementation for dogs and cats - A monograph on micronutrients. Veterinary Practice Pub. Co., p. 99.

Kronfeld DS. (1989b) Biotin and Avidin. In: Vitamin & Mineral Supplementation for dogs and cats - A monograph on micronutrients. Veterinary Practice Pub. Co., p. 71-72.

Kronfeld DS. (1989c) Vitamin & mineral supplementation for dogs and cats: a monograph on micronutrients. Veterinary Practice Pub. Co.

Laflamme DP. (1993) Body condition scoring and weight maintenance. In: Proceedings North American Veterinary Conference 290-291.

Laflamme DP, Kealy RD, Schmidt DA. (1994) Estimation of body fat by body condition score. J Vet Intern Med. 8:154.

Laflamme DP, Kuhlman G. (1995) The effect of weight loss regimen on subsequent weight maintenance in dogs. Nutr Res. 15(7):1019-1028.

Laflamme DP. (1997a) Development and validation of a body condition score system for cats: a clinical tool. Feline practice. 25(5-6):13-18.

Laflamme DP. (1997b) Development and validation of a body condition score system for dogs. Canine Pract. 22:10-15.

Laflamme DP. (2001) Effect of breed size on calcium requirements for puppies. Compend Contin Educ Pract Vet. 23(9):66-69.

Laflamme DP. (2006) Understanding and Managing Obesity in Dogs and Cats. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 36(6):1283-1295.

Lauten SD, Cox NR, Brawner WR, et al. (2002) Influence of dietary calcium and phosphorus content in a fixed ratio on growth and development in Great Danes. Am J Vet Res. 63(7):1036-1047.

Lauten SD. (2006) Nutritional Risks to Large-Breed Dogs: From Weaning to the Geriatric Years. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 36(6):1345-1359.

Lee K-W, Yamato O, Tajima M, et al. (2000) Hematologic changes associated with the appearance of eccentrocytes after intragastric administration of garlic extract to dogs. Am J Vet Res. 61(11):1446-1450.

Lindsay ST, Entenman C, Chaikoff IL. (1948) Pancreatitis accompanying hepatic disease in dogs fed a high fat, low protein diet. Arch Pathol. 45:635-638.

Loeffler A, Lloyd DH, Bond R, et al. (2004) Dietary trials with a commercial chicken hydrolysate diet in 63 pruritic dogs. Vet Rec. 154(17):519-522.

Loeffler A, Soares-Magalhaes R, Bond R, et al. (2006) A retrospective analysis of case series using homeprepared and chicken hydrolysate diets in the diagnosis of adverse food reactions in 181 pruritic dogs. Veterinary dermatology. 17(4):273-279.

Loveridge GG. (1986) Bodyweight changes and energy intake of cats during gestation and lactation. Anim tech: J of the Inst Anim Tech. 37:7-15.

Loveridge GG. (1987) Some factors affecting kitten growth. Anim tech: J of the Inst Anim Tech. 38:9-18.

Lund EM. (2005) Prevalence and risk factors for obesity in adult cats from private US veterinary practices. Intern J Appl Res Vet Med. 3:88-96.

Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, et al. (2006) Prevalence and risk factors for obesity in adult dogs from private US veterinary practices. Internat J of Appl Resc in Vet Med. 4(2):177.

Männer K. (1991) Energy Requirement for Maintenance of Adult Dogs. J Nutr. 121(suppl_11):S37-S38.

Männer K. (1990) Energy Requirement for Maintenance of Adult Dogs of Different Breeds. Poster presented. In: Waltham International Symposium U.C. Davis, Ca.

Mason E. (1970) Obesity in pet dogs. Vet Rec. 86(21):612-616.

Mawby DI, Bartges JW, d'Avignon A, et al. (2004) Comparison of Various Methods for Estimating Body Fat in Dogs. J Am Anim Hosp Assoc. 40(2):109-114.

McDonald JM. (1997) Food trial: to do or not to do? In: NAVC Proceedings.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. (2011a) Digestible energy (DE). In: Animal Nutrition. 7 ed. Pearson Education Ltd., Harlow, England: p. 257.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. (2011b) Gross energy (GE). In: Animal Nutrition. 7 ed. Pearson Education Ltd., Harlow, England: p. 255-256.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, et al. (2011c) Metabolisable energy (ME). In: Animal Nutrition. 7 ed. Pearson Education Ltd., Harlow, England: p. 258.

McKnight K. (2005) Grape and raisin toxicity in dogs. Veterinary technician. Vol.: February. p. 135-136.

McNamara JH. (1989) "The Duo Combo" management by Humiture. Hill's Pet Products.

Means C. (2002) Selected herbal hazards. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 32(2):367-382.

Meyer H, Heck.tter E. (1986) Futterwerttabellen für Hunde und Katzen. Schlüter.

Meyer H, Zentek J. (1992) über den Einflu. Einer unterschiedlichen Energieversorgung wachsender Doggen auf K.rpermasse und Skelettentwicklung. J Vet Med Series A. 39(1-10):130-141.

Meyer H, Zentek J. (2005) Energie und N.hrstoffe-Stoffwechsel und Bedarf. In: Ern.hrung des Hundes. 5th ed. P. Parey Verlag, p. 49-96.

Michel KE, Anderson W, Cupp C, et al. (2011) Correlation of a feline muscle mass score with body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Brit J Nutr. 106(S1):S57-S59.

Miyata D. (1990) Isolation of a new phenolic compound from the onion (Allium cepa L. onion) and its oxidative effect on erythrocytes. Jap J Vet Research. 38(2):62.

Morris JG, Rogers QR, Kim SW, et al. (1994) Dietary Taurine Requirement of Cats is Determined by Microbial Degradation of Taurine in the Gut. In: Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer US, 59-70.

Morris PJ, Salt C, Raila J, et al. (2012) Safety evaluation of vitamin A in growing dogs. Brit J Nutr. 108(10): 1800-1809.

Nguyen P, Dumon H, Frenais R, et al. (2001) Energy expenditure and requirement assessed using three different methods in adult cats. Compend Contin Educ Pract Vet. 23(9):86-86.

Nguyen P, Reynolds B, Zentek J, et al. (2016) Sodium in feline nutrition. J Anim Physiol Anim Nutr. 101(3): 403-420.

Nicholson S. (1995) Toxicology. In: Ettinger SJ, Feldman EC, eds. Textbook of Veterinary Internal Medicine 3rd ed. W.B. Saunders Company, p. 312-326.

Nott HMR, Rigby SI, Johnson JV, et al. (1994) Design of Digestibility Trials for Dogs and Cats. J Nutr.124(suppl_12):2582S-2583S.

NRC. (1985a) Composition of ingredients of dog foods. In: Nutrient Requirements of Dogs. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: p. 40-41.

NRC. (1985b) Nutrient Requirements and signs of deficiency. In: Nutrient Requirements of Dogs. National Academies Press, Washington, DC: p. 2-5.

NRC. (2006a) Absorption and bioavailability of dietary iron in dogs and cats. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: p. 168-169.

NRC. (2006b) Energy. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: (3) p. 28-48.

NRC. (2006c) Energy requirements of cats – adult maintenance. In: Nutrient requirements of Dogs and Cats. National Research Council of the National Academics, Washington, DC: p. 42.

NRC. (2006d) Nitrogen (Crude Protein) minimum requirements, recommended allowances, and adequate intakes. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: p. 116-120.

NRC. (2006e) Nutrient Requirements and Dietary Nutrient Concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: (15) p. 366- 367, table 315-311.

NRC. (2006f) Nutrient Requirements and Dietary Nutrient Concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: p. 357- 363 tables 315-310, 315-312 and 315-314.

NRC. (2006g) Nutrient Requirements and Dietary Nutrient Concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: (15) p. 357- 363 tables 315-353, 315-355 and 315-358.

NRC. (2006h) Nutrient Requirements and Dietary Nutrient Concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academic Press, Washington, DC: (15) p. 359-360.

NRC. (2006i) Nutrient requirements and dietary nutrient concentrations. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: p. 354-370.

NRC (2006j). Nutrient requirements of dogs and cats. Washington, DC: National Research Council, National Academy Press.

NRC. (2006k) Physical Activity and Environment. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: (11) p. 258-312.

NRC. (2006l) Vitamin D. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academic Press, Washington, DC: p. 200-205 and tables 215-210, 215-212 and 215-214 pp. 357-363.

NRC. (2006m) Vitamins - Hypervitaminosis A. In: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington, DC: (8) p. 200.

Odle J, Roach M, Baker DH. (1993) Taurine Utilization by Cats. J Nutr. 123(11):1932-1933.

Ogawa E, Shinoki T, Akahori F, et al. (1986) Effect of onion ingestion on anti-oxidizing agents in dog erythrocytes. Jpn J Vet Sc. 48(4):685-691.

Oswalt M, Kemp SF. (2007) Anaphylaxis: office management and prevention. Immunol allerg clinics of North America. 27 (2):177-191.

Pastoor FJH, Van Tklooster AT, Opitz R, et al. (1995) Effect of dietary magnesium level on urinary and faecal excretion of calcium, magnesium and phosphorus in adult, ovariectomized cats. Brit J Nutr. 74(1):77-84.

Patil AR., Bisby T.M. (2002) Comparison of maintenance energy requirement of client-owned dogs and kennel dogs. Purina Nutrition Forum Proceedings Supplement to Compendium of Continuing Education for the Practising Veterinarian. 24 (9a):81.

Pawlosky RJ, Denkins Y, Ward G, et al. (1997) Retinal and brain accretion of long-chain polyunsaturated fatty acids in developing felines: the effects of corn oil-based maternal diets. Am J Clin Nutr. 65(2):465-472.

Penny D, Henderson S, Brown P. (2003) Raisin poisoning in a dog. Vet Rec. 152(10):308-308.

Pion P, Kittleson M, Rogers Q, et al. (1987) Myocardial failure in cats associated with low plasma taurine: a reversible cardiomyopathy. Science. 237(4816): 764-768.

Pion PD, Sanderson SL, Kittelson MD. (1998) The Effectiveness of Taurine and Levocarnitine in Dogs with Heart Disease. Vet Clin N Am: Sm Anim Prac. 28(6):1495-1514.

Rainbird A. (1988) Feeding throughout life. In: Edney A, ed. Waltham Book of dog & cat nutrition: a handbook for students, veterinarians, breeders, and owners. Pergamon Press, Oxford, UK: p. 75-96.

Rainbird AL, Kienzle E. (1989) Untersuchungen zum Energiebedarf des Hundes in Abh.ngigkeit von Rassezugeh.rigkeit und Alter. Kleintierpraxis. 35: 149-158.

Reedy LLM, Miller JWH, Willemse T. (1997) Food Hypersensitivity. In: Allergic Diseases of Dogs and Cats. 2 ed. W B Saunders Company, London: (7) p. 173 - 188.

Regulation (EC) No 767. (2009a) Adapted to pet food: Regulation of the European parliament and of the council on the placing on the market and use of feed, Chapter 1, 3j.

Regulation (EC) No 767. (2009b) Regulation of the European parliament and of the council on the placing on the market and use of feed, Adapted.

Regulation (EC) No 767. (2009c) Regulation of the European parliament and of the council on the placing on the market and use of feed, Chapter 1, 3i. In: 7.

Regulation (EC) No 1831. (2003) Regulation of the European parliament and of the council on additives for use in animal nutrition, Article 2, 2f.

Richardson DC, Toll PW. (1997) Relationship of nutrition to developmental skeletal disease in young dogs. Vet Clinic Nutr. 4:6-13.

Riond JL, Stiefel M, Wenk C, et al. (2003) Nutrition studies on protein and energy in domestic cats. J Anim Physiol Anim Nutr. 87(5-6):221-228.

Robertson ID. (2003) The association of exercise, diet and other factors with owner-perceived obesity in privately owned dogs from metropolitan Perth, WA. Preventive veterinary medicine. 58(1-2):75-83.

Robertson JE, Christopher MM, Rogers QR. (1998) Heinz body formation in cats fed baby food containing onion powder. J Am Vet Med Assoc. 212(8): 1260-1266.

Romsos DR, Palmer HJ, Muiruri KL, et al. (1981) Influence of a Low Carbohydrate Diet on Performance of Pregnant and Lactating Dogs. J Nutr. 111(4):678-689.

Rosser, EJ. (1993). Diagnosis of food allergy in dogs. J Am Vet Med Assoc., 203 (1993), pp. 259-262

Ruckebusch Y, Phaneuf L-P, Dunlop R. (1991) Body temperature and energy exchange. In: Physiology of small and large animals. B.C. Decker, In: Physiology of small and large animals. Philadelphia: p. 387-398.

Sampson HA. (1999) Food allergy. Part 1: immunopathogenesis and clinical disorders. J Allergy Clinimmunol. 103(5):717-728.

Sanderson SL, Gross KL, Ogburn PN, et al. (2001) Effects of dietary fat and L-carnitine on plasma and whole blood taurine concentrations and cardiac function in healthy dogs fed protein-restricted diets. Am J Vet Res. 62(10):1616-1623.

Schoenmakers I, Hazewinkel HAW, Voorhout G, et al. (2000) Effect of diets with different calcium and phosphorus contents on the skeletal development and blood chemistry of growing Great Danes. Vet Rec. 147(23):652-660.

Schweigert F, Bok V. (2000) Vitamin A in Blood Plasma and Urine of Dogs is Affected by the Dietary Level of Vitamin A. Internat J for Vit Nut Res. 70(3):84-91.

Schweigert FJ, Ryder OA, Rambeck WA, et al. (1990) The majority of vitamin A is transported as retinyl esters in the blood of most carnivores. Comp Biochem and Phys Part A: Phys. 95(4):573-578.

Schweigert FJ, Thomann E, Zucker H. (1991) Vitamin A in the urine of carnivores. Internat J for Vit Nut Res. 61(2):110-113.

Scott D. (2001) Skin Immune System and Allergic Skin Diseases. In: Muller & Kirk's Small Animal Dermatology. Elsevier, 543-666.

Seawright AA, English PB, Gartner RJW. (1967) Hypervitaminosis A and deforming cervical spondylosis of the cat. J Comp Path. 77(1):29-IN26.

Shively C, Tarka JS. (1984) Methylxanthine composition and consumption patterns of cocoa and chocolate products. Progress in clinical and biological research. 158:149-178.

Sih TR, Morris JG, Hickman MA. (2001) Chronic ingestion of high concentrations of cholecalciferol in cats. Am J Vet Res. 62(9):1500-1506.

Slater MR, Robinson LE, Zoran DL, et al. (1995) Diet and exercise patterns in pet dogs. J Am Vet Med Assoc. 207(2):186-190.

Sloth C. (1992) Practical management of obesity in dogs and cats. J S Anim Prac. 33(4):178-182.

Spice R. (1976) Hemolytic anemia associated with ingestion of onions in a dog. Can Vet J. 17(7):181-183.

Strachan E, Bennett A. (1994) Theobromine poisoning in dogs. Vet Rec. 134(11):284-284.

Strieker MJ, Morris JG, Feldman BF, et al. (1996) Vitamin K deficiency in cats fed commercial fish-based diets. J S Anim Prac. 37(7):322-326.

Sutton R. (1981) Cocoa poisoning in a dog. Vet Rec. 109(25-26):563-564.

Tang AW. (2003) A practical guide to anaphylaxis. Am fam phys. 68(7):1325-1332.

Taylor TP, Morris JG, Willits NH, et al. (1996) Optimizing the pattern of essential amino acids as the sole source of dietary nitrogen supports near-maximal growth in kittens. J Nutr. 126(9):2243-2252.

Taylor TP, Morris JG, Kass PH, et al. (1998) Maximal growth occurs at a broad range of essential amino acids to total nitrogen ratios in kittens. Amino Acids. 15(3): 221-234.

Teeter RG, Baker DH, Corbin JE. (1978) Methionine and Cystine Requirements of the Cat. J Nutr. 108(2): 291-295.

Thes M, Koeber N, Fritz J, et al. (2015) Metabolizable energy intake of client-owned adult cats. J Anim Physiol Anim Nutr. 99(6):1025-1030.

Torres CL, Backus RC, Fascetti AJ, et al. (2003) Taurine status in normal dogs fed a commercial diet associated with taurine deficiency and dilated cardiomyopathy. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 87(9-10):359-372.

Tryfonidou M A, Holl M S, Vastenburg M. (2002a) Moderate vitamin D3 supplementation mildly disturbs the endochondral ossification in growing dogs. In: PhD Thesis. Utrecht University: (7) p. 110-122.

Tryfonidou MA, Stevenhagen JJ, van den Bemd GJCM, et al. (2002b) Moderate Cholecalciferol Supplementation Depresses Intestinal Calcium Absorption in Growing Dogs. J Nutr. 132(9):2644-2650.

Tvedten HW, Holan K. (1996) What Is Your Diagnosis? Vet Clinic Path. 25(4):148-149.

Uauy-Dagach R, Hertrampf E. (2001) Food-based dietary recommendations: possibilities and limitations. In: Bowman B, Russell R, eds. Present Knowledge in Nutrition. 8th ed. ILSI Press Washington, DC., (56) p. 636-649.

Walters L, Ogilvie G, Salman M, et al. (1993) Repeatability of energy expenditure measurements in clinically normal dogs by use of indirect calorimetry. Am J Vet Res. 54(11):1881-1885.

Wander RC, Hall JA, Gradin JL, et al. (1997) The Ratio of Dietary (n-6) to (n-3) Fatty Acids Influences Immune System Function, Eicosanoid Metabolism, Lipid Peroxidation and Vitamin E Status in Aged Dogs. J Nutr. 127(6):1198-1205.

Wang J, Sampson HA. (2007) Food anaphylaxis. Clin Exp Allergy. 37 (5):651-660.

Wasserman SI. (1983) Anaphylaxis. In: Middleton E, Reed C, EF. E, eds. Allergy Principles and Practice. 2 ed. St. Louis, The C.V. Mosby Company: (34) p. 689-699.

Weber M, Martin L, Dumon H. (2000a) Calcium in growing dogs of large breed: a safety range? In: ESVCN Amsterdam.

Weber M, Martin L, Dumon H, et al. (2000b) Growth and skeletal development in two large breeds fed 2 calcium levels. Proceedings of ACVIM FóRUM, Seattle, USA, CD Rom.

Wedekind KJ, Bever RS, Combs GF. (1998) Is selenium addition necessary in pet foods? In: FASEB J A823-A823.

Wedekind KJ, Combs Jr GE. (2000) Nutrition Colloquium-Nutrient Bioavailability in Pet Foods-Selenium in Pet Foods: Is Bioavailability an Issue? Compend Contin Educ Pract Vet. 22(9):17-22.

Wedekind KJ, Blumer ME, Huntington CE, et al. (2009) The feline iodine requirement is lower than the 2006 NRC recommended allowance. J Anim Physiol Anim Nutr.94(4): 527-539.

Wedekind KJ, Yu S, Combs GF. (2004) The selenium requirement of the puppy. J Anim Physiol Anim Nutr. 88(9-10):340-347.

Weiser M. (1995) Erythrocyte responses and disorders. In: Textbook of Veterinary Internal Medicine. 3rd ed. Ettinger, SJ, Feldman, EC., WB Saunders Company: p. 1864-1891.

White S. (1986) Food hypersensitivity in 30 dogs. J Am Vet Med Assoc. 188(7):695-698.

White S, Sequoia D. (1989) Food hypersensitivity in cats: 14 cases (1982-1987). J Am Vet Med Assoc. 194(5): 692-695.

Wichert B, Müller L, Gebert S, et al. (2007) Additional data on energy requirements of young adult cats measured by indirect calorimetry. J Anim PhysiolAnim Nutr. 91(5-6):278-281.

Wichert B, Opitz B, Wehr U, et al. (1999) Energy requirements of pet dogs. In: Proc Congr ESVCN.

Williams CC, Cummins KA, Hayek MG, et al. (2001) Effects of dietary protein on whole-body protein turnover and endocrine function in young-adult and aging dogs. J Anim Sci. 79(12):3128-3136.

Wills J, Harvey R. (1994) Diagnosis and management of food allergy and intolerance in dogs and cats. Aust Vet J. 71(10):322-326.

Yamato O, Hayashi M, Yamasaki M, et al. (1998) Induction of onion-induced haemolytic anaemia in dogs with sodium n-propylthiosulphate. Vet Rec. 142(9):216-219.

Yamato O, Kasai E, Katsura T, et al. (2005) Heinz Body Hemolytic Anemia With Eccentrocytosis From Ingestion of Chinese Chive (Allium tuberosum) and Garlic (Allium sativum) in a Dog. J Am Anim Hosp Assoc. 41(1):68-73.

Yamato O, Maede Y. (1992) Susceptibility to onion-induced hemolysis in dogs with hereditary high erythrocyte

reduced glutathione and potassium concentrations. Am J Vet Res. 53(1):134-137.

Yu S, Morris JG. (1997) The Minimum Sodium Requirement of Growing Kittens Defined on the Basis of Plasma Aldosterone Concentration. J Nutr. 127(3):494-501.

Yu S, Morris JG. (1999) Sodium Requirement of Adult Cats for Maintenance Based on Plasma Aldosterone Concentration. J Nutr. 129(2):419-423.

Yu S, Rogers QR, Morris JG. (2001) Effect of low levels of dietary tyrosine on the hair colour of cats. J S Anim Prac. 42(4):176-180.

Zentek J, Kohn B, Morris P. (2009) Effect of dietary vitamin A on plasma levels and urinary excretion of retinol and retinyl esters and clinical parameters in puppy dogs. In: 13th Congress of the ESVCN Oristano, Italy: 97.

Zentek J, Meyer H. (1992) Energieaufnahme adulter Deutscher Doggen. Berl Munch Tierarztl Wochenschr. 105:325-327



The European
Pet Food Industry



FEDIAF
Avenue Louise 89
B-1050 Bruxelles
+32 (2) 536 05 20
fediaf@fediaf.org
www.fediaf.org

FACCO
42, Boulevard de Magenta
75010 Paris
+33 (1) 48 03 29 11
facco@facco.fr
www.facco.fr