



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

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

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints_ID) : 6261

To cite this version :

Rabier, Lucie. *L'alimentation de l'âne et ses relations avec les maladies asines*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2012, 151 p.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

ANNEE 2012 THESE : 2012 – TOU 3 – 4039

L'ALIMENTATION DE L'ÂNE ET SES RELATIONS AVEC LES MALADIES ASINES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

RABIER Lucie

Née, le 22 Octobre 1986 à BRIVE LA GAILLARDE (19)

Directeur de thèse : Mme Nathalie PRIYMENKO

JURY

PRESIDENT :
M. Claude MOULIS

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mme Nathalie PRIYMENKO
Mme Annabelle TROEGELER

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

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. A. MILON

Directeurs honoraires : M. G. VAN HAVERBEKE.
M. P. DESNOYERS

Professeurs honoraires :

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	M. DORCHIES
M. C. PAVAU	M. EECKHOUTTE	
M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
M. A. RICO	M. CABANIE	
M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. AUTEFAGE André, *Pathologie chirurgicale*
M. BRAUN Jean-Pierre, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. CORPET Denis, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M. ENJALBERT Francis, *Alimentation*
M. EUZEBY Jean, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. FRANC Michel, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. MARTINEAU Guy, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. PETIT Claude, *Pharmacie et Toxicologie*
M. REGNIER Alain, *Physiopathologie oculaire*
M. SAUTET Jean, *Anatomie*
M. TOUTAIN Pierre-Louis, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. BERTHELOT Xavier, *Pathologie de la Reproduction*
Mme CLAUW Martine, *Pharmacie-Toxicologie*
M. CONCORDET Didier, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. DELVERDIER Maxence, *Anatomie Pathologique*
M. SCHELCHER François, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

Mme BENARD Geneviève, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, *Pathologie de la Reproduction*
M. DUCOS Alain, *Zootéchnie*
M. DUCOS DE LAHITTE Jacques, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie des ruminants*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERRE Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. LEFEBVRE Hervé, *Physiologie et Thérapeutique*
M. LIGNEREUX Yves, *Anatomie*
M. PICAVET Dominique, *Pathologie infectieuse*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
Mme TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **TROGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
M. **DASTE Thomas**, *Urgences-soins intensifs*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

A Monsieur le Professeur Claude Moulis

Professeur des Universités

Pharmacien

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre Jury de Thèse

Hommage respectueux

A Madame le Docteur Nathalie Priymenko

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Alimentation

Pour sa disponibilité et ses conseils précieux.

Très sincères remerciements

A Madame le Professeur Annabelle Troegeler

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Alimentation

Qui a accepté d'être notre assesseur de thèse,

Sincères remerciements

REMERCIEMENTS

A ma maman et mon papa, qui m'ont toujours soutenue et sans qui je ne serais pas là aujourd'hui, pour leur amour et pour mon futur Cavalier King Charles

A ma sœur, Fanny, pour nos fous rires qui m'empêchent toujours de manger mes desserts, pour le tapioca (et oui je le lui avais promis) mais surtout pour l'ensemble de ton œuvre car elle le vaut bien

A ma famille,

A mon papy Paulo, pour avoir gardé son âme d'enfant

A ma tatie Christine, pour être toujours là quand j'en ai besoin

A ma mamie Lucette, à jamais dans mon cœur

A ma mamie Eliette, pour m'accueillir toujours à bras ouvert

A ma tatie Patricia, pour me laisser voler des bonbons à l'épicerie

A ma grande Cousine, Jennifer, à Gaël, pour tous ses repas et au plus beau des petits cousins, Nathan

A ma grande Cousine, mais un peu moins, Johanna, pour toutes nos parties de cartes qui ont fini à pas d'heure

A mon Papy André, trop tôt disparu et qui laisse un grand vide

A mes deux monstres, ma lapine la meilleure au monde Croquette et mon chat, Thrombus, la meilleure des couvertures chauffantes pour les mois d'hiver

Aux PPG, parce qu'elles sont les meilleures. Christie, pour ne jamais me laisser boire seule mes Chupitos et être toujours là pour rassurer les chauffeurs de taxi ; Emilie pour cette chasse à l'homme d'anthologie et ce retour enfariné jusqu'à mon appartement ; Florie, pour la découverte de l'Aveyron et des bichons (spéciale dédicace à Snoopy) ; Laure, pour la thèse, nos délires et pour son hommage à la chanson française et notamment Claude François et surtout pour ses lasagnes avec de la béchamel, hein Marie... ; Laetitia pour m'avoir fait conduire une voiture bordelaise en plein centre-ville quand le TFC écrase Bordeaux ; Lucile, mon ancienne voisine préférée qui me raccompagne toujours jusqu'à chez moi ; Marie, pour notre périple canadien, « oupelaille » et grâce à qui je ne pourrais plus jamais regarder un magicien sans rigoler, notamment Chris Angel, on repart quand tu veux ; Tiare pour elle simplement et son appartement qui a laissé place à nos délires les plus fous, surtout pour le maquillage

A Rémi et Nadia, pour ce semestre de bovine, toutes ces autops, nos délires « courage, loyauté et fidélité »

A tous mes coachs de basket, Laura, Romain, pour m'avoir supportée et appris les bases de ce sport collectif

A Isabelle et Caroline, pour notre soutien mutuel en BCPST, heureusement qu'elles étaient là

A Bertille, pour ces années lycées annéciennes sous le froid et la neige

A Hélène, car l'amitié ce n'est pas un feu de bois

Au groupe 14 de première année, y a pas que l'anglais dans la vie

A Martine Jouclas, pour cette discussion sur l'alimentation de l'âne autour d'un bon repas

A Jean François Wambeke, pour nous avoir écoutées et conseillées sur l'alimentation des ânes

A tous les éleveurs et éleveuses, qui ont pris du temps pour répondre à notre questionnaire

Au Professeur Pearson, pour m'avoir aidée dans ce projet

A Maud et Mabel, les deux ânesses sans lesquelles cette thèse n'aurait pas été possible

Et enfin, encore à ma sœur t'es la meilleure

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	19
LISTE DES ABREVIATIONS	21
INTRODUCTION.....	25
I. L'ANATOMIE DIGESTIVE ET LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DE L'ÂNE.....	27
1. L'ANATOMIE DIGESTIVE	27
1.1. La denture de l'âne	27
1.1.1. Caractéristiques générales de la denture	27
1.1.2. Rôle des dents.....	30
1.1.3. Spécificité de la denture des ânes.....	30
1.1.3.1. Classification de Triadan	30
1.1.3.2. Généralités	31
1.1.3.3. Les incisives	32
1.1.3.4. Les canines.....	32
1.1.3.5. Les prémolaires et les molaires	32
1.2. Anatomie du tractus digestif.....	33
1.2.1. La cavité buccale.....	33
1.2.3. L'estomac.....	35
1.2.4. L'intestin grêle	35
1.2.5. Le gros intestin.....	35
1.2.6. Le caecum	36
1.2.7. Le côlon	36
1.2.7.1. Le côlon ascendant	36
1.2.7.2. Le côlon descendant	36
1.2.8. Le rectum	36
2. LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DE L'ÂNE.....	37
2.1. Temps d'alimentation journalier.....	37
2.2. Facteurs influant sur le comportement de l'âne.....	39
2.2.1. La dominance.....	39
2.2.2. Mode d'alimentation.....	39
2.2.3. Effet de la pâture sur le comportement alimentaire	39
2.2.3.1. Restriction de pâture	39
2.2.3.2. Restriction du temps de pâture	40
II. DE L'INGESTION A LA DIGESTION	41
1. L'INGESTION	41
1.1. La capacité d'ingestion.....	41
1.1.1. Calcul de la capacité d'ingestion	41
1.2. Facteurs de variation de la capacité d'ingestion liés au fourrage	44
1.2.1. Influence de l'aliment sur la capacité d'ingestion	44
1.2.1.1. La nature du fourrage	46
1.2.1.2. La qualité du fourrage.....	46
1.2.1.3. La teneur en NDF.....	46
1.2.1.4. La teneur en ADF	49
1.2.1.5. Effet de la teneur en protéines brutes.....	49
1.3. Facteurs externes de variation de la matière sèche ingérée.....	50
1.3.1. Effet de la température extérieure	50

1.3.2.	Effet de la conduite du troupeau	50
1.3.2.1.	Effet de la saison	50
1.3.2.2.	Effet de l'accès à la pâture	51
1.3.2.3.	Effet du management de la pâture	51
1.3.2.4.	Effet de l'accès à l'eau	51
1.4.	Comparaison des capacités d'ingestion avec les autres espèces	51
1.4.1.	Comparaison avec la capacité d'ingestion des ovins	52
1.4.2.	Comparaison avec la capacité d'ingestion des chevaux	53
1.4.3.	Comparaison avec la capacité d'ingestion des poneys	53
2.	LA MASTICATION	54
2.1.	<i>Efficacité de la mastication</i>	54
2.2.	<i>Vitesse de mastication</i>	55
3.	DEGRADATION DES ALIMENTS	55
3.1.	<i>La dégradation enzymatique des aliments</i>	55
3.2.	<i>La fermentation microbienne</i>	56
4.	TEMPS DE TRANSIT GLOBAL DES ALIMENTS DANS LE TUBE DIGESTIF	57
4.1.	<i>Temps de transit global de l'âne</i>	57
4.2.	<i>Comparaison avec le temps de transit des autres espèces</i>	59
5.	LA DIGESTIBILITE	60
5.1.	<i>Définition</i>	60
5.2.	<i>Effet de la nature de l'aliment sur la digestibilité</i>	60
5.3.	<i>Variation de la digestibilité de la matière sèche en fonction de la teneur en NDF et en ADF</i>	63
5.4.	<i>Effet de la restriction alimentaire sur la digestibilité des différents composants de la ration</i>	64
5.5.	<i>Effet de l'exercice sur la digestibilité de la ration</i>	65
6.	COMPARAISON AVEC LES AUTRES ESPECES	66
6.1.	<i>Comparaison avec la digestibilité chez les ruminants</i>	66
6.2.	<i>Comparaison avec la digestibilité chez les poneys</i>	67
6.3.	<i>Comparaison avec la digestibilité chez les chevaux</i>	69
III.	LES BESOINS	71
1.	LES BESOINS EN EAU	71
1.1.	<i>Généralités</i>	71
1.2.	<i>Comparaison des besoins en eau de l'âne par rapport aux autres espèces</i>	72
2.	LES BESOINS ENERGETIQUES	72
2.1.	<i>Les dépenses énergétiques</i>	73
2.2.	<i>Le besoin en énergie lié au métabolisme de base</i>	73
2.4.	<i>Mesure des besoins énergétiques</i>	74
2.4.1.	<i>Méthode utilisant l'énergie digestible</i>	74
2.4.2.	<i>Méthode utilisant l'énergie nette</i>	75
2.4.2.1.	<i>Energie nette, calorimétrie indirecte et thermochimie respiratoire</i>	75
2.4.2.2.	<i>Energie nette et calorimétrie directe</i>	76
2.5.	<i>Les besoins d'entretien</i>	77
2.5.1.	<i>Les besoins en énergie digestible de l'âne</i>	77
2.5.2.	<i>Les apports recommandés en énergie digestible pour l'âne à l'entretien</i>	80
2.5.3.	<i>Comparaison avec les apports recommandés en énergie digestibles des autres espèces</i>	82
2.6.	<i>Les besoins de production</i>	83
2.6.1.	<i>Les besoins de croissance</i>	83
2.6.2.	<i>Les besoins de gestation</i>	84
2.6.3.	<i>Les besoins de lactation</i>	84
2.6.4.	<i>Les besoins liés au travail</i>	85
2.6.4.1.	<i>Le coût énergétique de la marche</i>	85
2.6.4.2.	<i>Le coût énergétique nécessaire pour porter une charge</i>	87

2.6.4.3.	Le coût énergétique nécessaire pour tirer une charge	88
2.7.	Les facteurs de variations des besoins énergétiques	89
2.7.1.	Facteurs liés à l'animal	89
2.7.2.	Les facteurs environnementaux	90
2.7.2.1.	Le climat	90
2.7.2.2.	La saison	90
3.	LES BESOINS PROTEIQUES	90
4.	LES BESOINS LIPIDIQUES	91
5.	LES BESOINS VITAMINIQUES	91
6.	LES APPORTS RECOMMANDES EN MINERAUX	93
7.	LES BESOINS EN FIBRES	94
IV.	LES RELATIONS ALIMENTATION – MALADIES	95
1.	LES MALADIES ANOREXIANTES AUTRES QUE D'ORIGINE ALIMENTAIRE	95
1.1.	Les troubles dentaires	95
1.1.1.	Les fractures dentaires	95
1.1.2.	Les surdents	95
1.1.3.	La denture en escalier	96
1.1.4.	La denture lisse	96
1.2.	Hépatite chronique	97
1.3.	Le parasitisme	97
2.	LES MALADIES INDUITES PAR L'ALIMENTATION	100
2.1.	L'hyperlipémie	100
2.1.1.	La physiopathologie	100
2.1.2.	Les signes cliniques	101
2.1.3.	Les facteurs de risque	102
2.1.4.	Le diagnostic	102
2.1.5.	Le traitement et le pronostic	103
2.1.6.	La prévention	104
2.2.	La pancréatite	104
2.3.	Les coliques	105
2.3.1.	Les causes des coliques chez l'âne	105
2.3.2.	Les signes cliniques	106
2.3.3.	Les examens complémentaires à réaliser	108
2.3.4.	Le traitement	108
2.3.4.1.	Traitement général	109
2.3.4.2.	L'alimentation	109
2.3.4.3.	Traitement spécifique des coliques par impaction	109
2.3.5.	La prévention des coliques chez l'âne	110
2.4.	La fourbure	110
2.4.1.	Les signes cliniques	110
2.4.2.	Les causes	110
2.4.3.	Le traitement	111
2.4.4.	La prévention	111
2.5.	Les carences en vitamines B₁	111
V.	PARTIE EXPERIMENTALE : ENQUETE DE TERRAIN CONCERNANT L'ALIMENTATION DES ÂNES DANS LES ELEVAGES FRANÇAIS	113
1.	OBJECTIFS	113
2.	QUESTIONNAIRE	113
3.	RESULTATS	113
3.1.	Type de troupeau	115

3.2.	<i>L'habitat</i>	115
3.3.	<i>L'alimentation</i>	116
3.3.1.	Le foin	117
3.3.2.	Les concentrés et les AMV.....	118
3.3.3.	Les blocs de sel	119
3.4.	<i>L'estimation du poids</i>	120
3.5.	<i>La santé</i>	120
4.	DISCUSSION	120
4.1.	<i>Le questionnaire</i>	120
4.2.	<i>Les remarques des éleveurs</i>	121
4.3.	<i>Les réponses apportées dans les questionnaires</i>	122
4.3.1.	La pâture	122
4.3.2.	L'alimentation.....	122
4.3.3.	Le poids	123
4.3.4.	La santé	123
5.	CONCLUSION	123
CONCLUSION.....		125
ANNEXES.....		133
ANNEXE 1 : LE QUESTIONNAIRE ENVOYE AUX ELEVEURS.....		133
ANNEXE 2 : ESTIMATION DU POIDS DE L'ANE		135
ANNEXE 3 : SCORE CORPOREL		139
ANNEXE 4 : GUIDE PRATIQUE POUR L'ALIMENTATION DE L'ANE		143
•	<i>L'alimentation en cas de problème dentaire (d'après the Donkey Sanctuary)</i>	149
•	<i>L'alimentation de l'insuffisant hépatique (d'après the Donkey Sanctuary)</i>	150
•	<i>L'alimentation de l'insuffisant rénal (d'après the Donkey Sanctuary)</i>	151

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Carte de la population mondiale asine en 2007 (d'après FAOSTAT)</i>	<i>25</i>
<i>Figure 2 : Vue latérale de la denture d'un âne adulte (d'après Purdy, 2010).</i>	<i>29</i>
<i>Figure 3 : Vue médiale de la denture d'un âne adulte (d'après Purdy, 2010).</i>	<i>29</i>
<i>Figure 4 : Nomenclature de la denture de l'âne adulte selon la classification de Trianon (d'après Svendsen, 2008).....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 5 : Schéma du tractus digestif de l'âne (d'après Pearson, 2005).....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 6: Représentation graphique des résultats obtenus par différents auteurs de la capacité d'ingestion des ânes en fonction de la teneur en NDF des fourrages donnés à volonté répertoriés dans le tableau 3</i>	<i>47</i>
<i>Figure 7 : Représentation graphique des résultats obtenus par différents auteurs concernant la capacité d'ingestion des ânes en fonction de la teneur en ADF des fourrages donnés à volonté répertoriés dans le tableau 3</i>	<i>49</i>
<i>Figure 8 : Evolution du temps de transit global (TTG) en fonction de la matière sèche volontairement ingérée ; ce graphique est basé sur les résultats des études de Pearson et al. (1991-2001) et Izraely et al. (1989).....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 9 : Représentation graphique de la digestibilité de la MS en fonction de la teneur en NDF dans divers aliments donnés à l'âne, à partir des données présentées dans le tableau 12</i>	<i>64</i>
<i>Figure 10 : Représentation graphique de la digestibilité de la MS en fonction de la teneur en ADF dans divers aliments donnés à l'âne, à partir des données présentées dans le tableau 12</i>	<i>64</i>
<i>Figure 11 : Traitement des strongles en cas de signes cliniques chez l'âne (d'après Trawford et Mulugeta, 2008)</i>	<i>99</i>
<i>Figure 12 : Les différentes causes de coliques et leur fréquence chez l'âne (d'après Duffield, 2008)</i>	<i>106</i>
<i>Figure 13 : Répartition géographique des questionnaires envoyés et des réponses.....</i>	<i>114</i>
<i>Figure 14 : Fréquence d'utilisation du foin de prairie naturelle distribuées dans les élevages</i>	<i>117</i>
<i>Figure 15: Nombres de kilogrammes de foin distribués par jour, aux ânes (ce schéma se limite aux élevages ayant donné des réponses précises).....</i>	<i>118</i>
<i>Figure 16: Les types de concentrés utilisés dans les différents élevages.....</i>	<i>118</i>
<i>Figure 17: Nombre de blocs de sel utilisés par âne et par an quand il est distribué à volonté</i>	<i>119</i>
<i>Figure 18 : Mesures à prendre pour estimer le poids d'un âne (d'après Pearson et Ouassat, 2000)</i>	<i>135</i>
<i>Figure 19 : Nomogramme (d'après Pearson et Ouassat, 2000).....</i>	<i>136</i>
<i>Tableau 1 : Evolution de la population d'ânes appartenant à un élevage professionnel en France (d'après FAOSTAT).....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 2: Répartition des principales activités de l'âne en minutes par jour (d'après Canacoo et Avorny, 1998).</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 3 : Matière sèche ingérée par l'âne et capacité d'ingestion en fonction de son alimentation (d'après différents auteurs).....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau 4 : Comparaison de la matière sèche volontairement ingérée en fonction du fourrage donné aux ânes (d'après Ouedraogo et Tisserand, 1996).....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 5 : Comparaison de la quantité de NDF dans l'aliment distribué et dans l'aliment réellement ingéré par l'âne (d'après Mueller et al., 1994a)</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 6 : Comparaison de la matière sèche volontairement ingérée du mouton et de l'âne en fonction du mode d'expression de la MSI (d'après Ouedraogo et Tisserand, 1996)</i>	<i>52</i>
<i>Tableau 7: Comparaison de la matière sèche volontairement ingérée de l'âne et du poney (d'après Pearson et al., 200 ; Pearson et Merritt, 1991).....</i>	<i>53</i>
<i>Tableau 8 : Comparaison du temps de transit global (TTG) en fonction de la nature du fourrage (d'après différents auteurs).....</i>	<i>58</i>

Tableau 9 : Comparaison des temps de transit global (TTG) selon l'activité de l'âne (d'après Pearson et Merritt, 1991)	59
Tableau 10 : Comparaison du temps de transit global de l'âne et du poney (d'après Pearson et Merritt, 1991)	59
Tableau 11 : Digestibilité de la MS, MO, ADF, NDF, CB et PB dans différents aliments, chez l'âne (d'après différents auteurs).....	61
Tableau 12 : Digestibilité de la MS, de la teneur en NDF et en ADF de différents aliments donnés à l'âne (d'après différents auteurs).....	63
Tableau 13 : Comparaison de la digestibilité de la MS, MO, ADF, NDF, EB et PB quand l'aliment est donné à volonté ou restreint (d'après Pearson et al., 2001).....	65
Tableau 14 : Digestibilité comparée de l'âne et du mouton (d'après Ouedraogo et Tisserand, 1996)	66
Tableau 15 : Digestibilité comparée chez l'âne et chez le poney (d'après différents auteurs).....	68
Tableau 16 : Comparaison de la digestibilité des différents constituants de la ration, chez le cheval de race pur-sang Anglais et chez l'âne (d'après Cuddeford et al., 1995)	69
Tableau 17 : Comparaison de l'énergie digestible ingérée par l'âne dans différentes études avec les recommandations (d'après différents auteurs)	78
Tableau 18 : Besoin en énergie digestible de l'âne en fonction de son poids (d'après Wood, 2010).....	81
Tableau 19 : Modèle de prévision des besoins en énergie digestible en fonction de la saison et du sexe de l'âne (d'après Carretero-Roque, 2005)	81
Tableau 20 : Comparaison des besoins en énergie digestible de l'âne et du poney par kilogramme de poids vif et par animal (d'après Pearson et Merritt, 1991 ; Pearson et al., 2001).....	82
Tableau 21 : Variation des besoins en énergie digestible lors de la gestation (d'après Smith et Wood, 2008)....	84
Tableau 22 : Coût énergétique de la marche chez l'âne (d'après différents auteurs).....	85
Tableau 23 : Coût énergétique de la marche en fonction de la pente de la route (d'après différents auteurs)....	86
Tableau 24 : Evolution du coût énergétique en fonction du poids de la charge (d'après Pearson et al, 1998)	87
Tableau 25 : Coût énergétique nécessaire pour porter une charge de 10 à 20 kilogrammes en fonction de la pente (d'après Dijkman, 1992).....	88
Tableau 26 : Coût énergétique nécessaire pour tirer une charge de 17% du poids de l'animal en fonction de la pente (d'après Dijkman, 1992).....	88
Tableau 27 : Coût énergétique de la marche et des charges (d'après Pearson et al., 1998 ; Dijkman, 1992)	89
Tableau 28 : Apports vitaminiques recommandés dans l'alimentation de l'âne (d'après Wood, 2010).....	92
Tableau 29 : Apports alimentaires journaliers en vitamines, chez le cheval (500 kg de PV à l'âge adulte) (d'après Martin-Rosset, 2012)	92
Tableau 30 : Apports alimentaires en minéraux recommandés chez l'âne (d'après Wood, 2010)	93
Tableau 31 : Apports alimentaires en minéraux majeurs recommandés chez le cheval (500 kg de PV) (d'après Martin-Rosset, 2012)	94
Tableau 32 : Signes cliniques observés chez l'âne en fonction du parasite digestif (d'après Trawford et Mulugeta, 2008)	98
Tableau 33 : Traitements indiqués dans le cas de parasitose digestive chez l'âne (d'après Trawford et Mulugeta, 2008)	99
Tableau 34 : Traitement et pronostic de l'hyperlipémie (d'après Grove, 2008).....	104
Tableau 35 : Nombre d'élevage utilisant différents régimes alimentaires, répertoriés dans le questionnaire... 116	
Tableau 36 : Equations pour estimer le poids d'un âne adulte (d'après différents auteurs).....	137
Tableau 37 : Classification de l'état corporel des ânes en 5 catégories (d'après Svendsen, 2000).....	141
Tableau 38 : Estimation simplifiée de la qualité d'un fourrage (d'après Wood, 2010).....	144
Tableau 39 : Quantités de fourrage à distribuer pour couvrir 25% des besoins énergétiques chez l'âne en stabulation ou au paddock (d'après Wood, 2010).	145
Tableau 40 : Quantités de fourrage à distribuer pour couvrir 70% des besoins énergétiques chez l'âne en stabulation ou au paddock (d'après Wood, 2010).	146

LISTE DES ABREVIATIONS

ADL : Acid Detergent Lignin
ADF : Acid Detergent Fiber
AMV : Aliment minéral et vitaminé
CB : Cellulose brute
CH₄ : Méthane
da : digestibilité apparente
dr : digestibilité réelle
EB : Energie brute
ED : Energie digestible
EDI : Energie digestible ingérée
g : Gramme
I : Incisive
I_D : Incisive déciduale
IM : Intramusculaire
IV : Intraveineuse
J : Joule
kcal : Kilocalorie
kg : Kilogramme
kJ : Kilojoule
L : Litre
OI : Origine inconnue
m : mètre
M : Molaire
Mcal : Mégacalorie
M_D : Molaire déciduale
MJ : Mégajoule
mmol : Millimol
MO : Matière Organique
MS : Matière Sèche
MSVI : Matière sèche volontairement ingéré
N : azote
NDF : Neutral Detergent Fiber
NRC : National Research Council
P : Poids vif
P^{0.75} : Poids métabolique
PB : Protéines brutes
PM : Prémolaire
PM_D : Prémolaire déciduale
PO : per os
VCO₂ : Consommation de dioxyde de carbone
VO₂ : Consommation de dioxygène

INTRODUCTION

La population mondiale asine (*Equus asinus*) est estimée à plus de 43 millions d'individus et à 633 000 en Europe (figure 1). La population Française ne représente que 0,13% de cette population mondiale avec un effectif estimé à 60000 individus dont 15000 ânes appartenant à des éleveurs. Dans le monde, et notamment en Afrique et en Asie, les ânes sont utilisés comme moyen de transport ou dans l'agriculture. Ils sont un élément essentiel du monde rural. En Europe, l'âne est devenu un animal de compagnie qui reste la plupart du temps au pré. Cependant, certains éleveurs les utilisent encore pour travailler mais très différemment de ce qui se fait dans les pays asiatiques, africains et sud-américains. En France, on distingue des élevages destinés soit à la production laitière, soit pour les randonnées. La production laitière concerne une trentaine d'éleveurs, dont très peu commercialisent le lait directement, le principal débouché étant la production de cosmétique à partir du lait d'ânesse. Les autres éleveurs utilisent l'âne pour accompagner les personnes dans des promenades. Le nombre d'ânes dans ces troupeaux est généralement réduit.

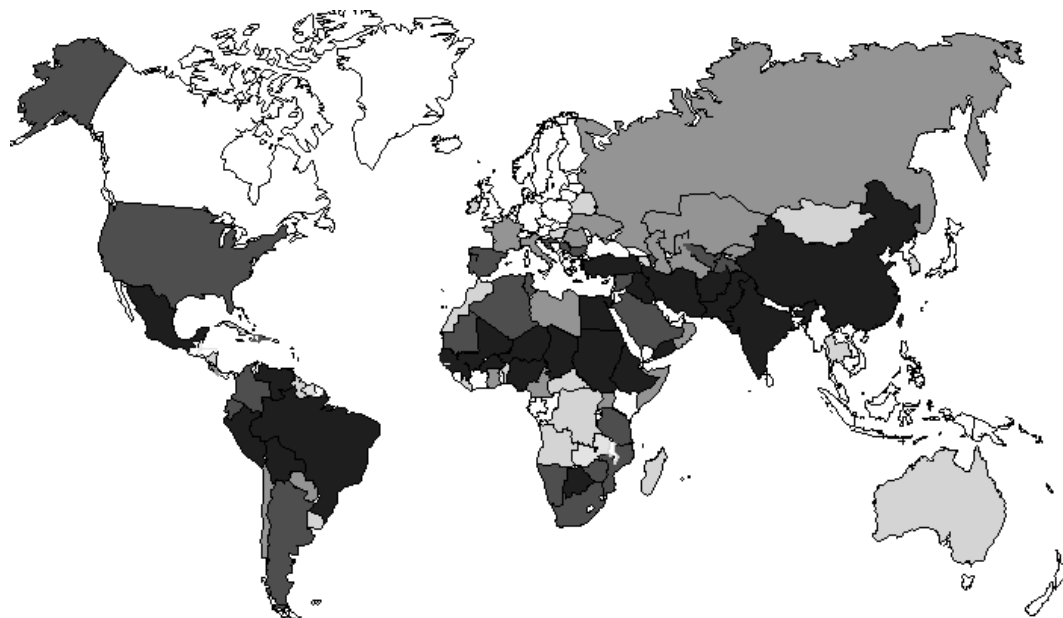
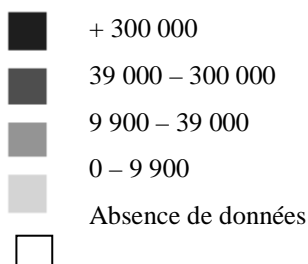


Figure 1 : Carte de la population mondiale asine en 2007 (d'après FAOSTAT)



La population asine n'est pas stable en France et, ces dernières années, elle tend à diminuer. Cependant, la démographie française n'est qu'une estimation et il semble difficile de connaître réellement la population de notre pays (tableau 1). Les troupeaux d'ânes français sont de petite taille (30 à 40 ânes maximum), il n'existe pas comme en Italie des troupeaux de plus de 300 ânes.

Tableau 1 : Evolution de la population d'ânes appartenant à un élevage professionnel en France (d'après FAOSTAT)

1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
17000	16000	16000	16000	16500	16500	16674	17393	17400	16650	15000	15000

L'âne, en Europe, n'est ni considéré comme un animal de rente ni comme un animal de compagnie. Il en résulte que très peu d'études ont été menées sur cette espèce, et que de nombreuses inconnues existent encore sur les caractéristiques de cette espèce, et notamment sur l'alimentation. L'objectif de ce travail est de présenter l'état des connaissances actuelles sur l'alimentation asine, et de mettre en évidence les points sur lesquels des recherches seraient nécessaires. Il est également important de faire prendre conscience aux éleveurs et aux propriétaires, l'intérêt de nourrir correctement leur animal pour le garder en bonne santé.

Dans un premier temps, nous traiterons l'anatomie et le comportement alimentaire, en s'attachant particulièrement à montrer les différences existant entre l'âne et le cheval. Dans un second temps, nous étudierons la physiologie digestive et les spécificités de l'âne, de l'ingestion à la digestion. Ensuite, nous verrons quels sont les besoins alimentaire de l'âne, au repos ou au travail. Après, nous nous attacherons à développer les différentes maladies reliées à l'alimentation. Enfin, nous discuterons des résultats issus d'une enquête auprès d'éleveurs asins pour connaître les pratiques alimentaires en élevage en France.

I. L'ANATOMIE DIGESTIVE ET LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DE L'ÂNE

Dans cette partie, les particularités anatomiques des dents et du tractus digestif de l'âne et, dans un second temps, le comportement alimentaire de l'âne seront présentés.

1. L'ANATOMIE DIGESTIVE

1.1. La denture de l'âne

1.1.1. Caractéristiques générales de la denture

La denture des équidés est hautement spécialisée, c'est-à-dire que la denture a évolué dans le temps en fonction de l'alimentation des animaux. Elle présente un type herbivore parfait, avec une quasi-disparition des canines, une disjonction des arcades incisives et molaires séparées par un long diastème, et une hypsodontie extrême chez l'adulte, c'est-à-dire une croissance continue des dents compensée par leur usure (Barone, 1997).

La denture des ânes sert aussi bien à manger de l'herbe qu'à se nourrir des feuilles des arbres et des arbustes dans les régions sèches et arides. Leurs dents doivent donc être capables de résister à de fortes pressions, car les végétaux qu'ils consomment dans ces régions sont très riches en silicate et en calcaire. Ainsi, les dents des ânes sont plus résistantes et plus dures que celles des chevaux (Du Toit *et al.*, 2006).

La denture définitive des ânes apparaît entre 2,5 et 4 ans. La formule dentaire d'un âne adulte est de 3 paires d'incisives, 1 paire de canine chez le mâle, 3 ou 4 paires de prémolaires et 3 paires de molaires.

Formule dentaire déciduale:

$I_D: \begin{array}{c} \underline{I \ II \ III} \\ I \ II \ III \end{array}$ $C_D: \begin{array}{c} \underline{0} \\ 0 \end{array}$ $PM_D: \begin{array}{c} \underline{I \ II \ III} \\ I \ II \ III \end{array}$

Formule dentaire caduque:

$I: \begin{array}{c} \underline{I \ II \ III} \\ I \ II \ III \end{array}$ $C: \begin{array}{c} \underline{(I)} \\ (I) \end{array}$ $PM: \begin{array}{c} \underline{(I) \ II \ III \ IV} \\ (I) \ II \ III \ IV \end{array}$ $M: \begin{array}{c} \underline{I \ II \ III} \\ I \ II \ III \end{array}$

Les ânes possèdent le même nombre de dents que les chevaux, soit entre 36 et 44. La variation du nombre de dents est due à la présence ou l'absence des premières prémolaires et

des canines. Il semblerait que la présence des prémolaires 1 est plus fréquente chez les ânes mâles (65% des individus) que chez les femelles, avec 30% (Purdy, 2010).

En outre, les dents des ânes sont plus petites en longueur et en largeur que celles des chevaux. Aucune différence objective n'a pu être observée entre les différentes races d'ânes (Du Toit *et al.*, 2006).

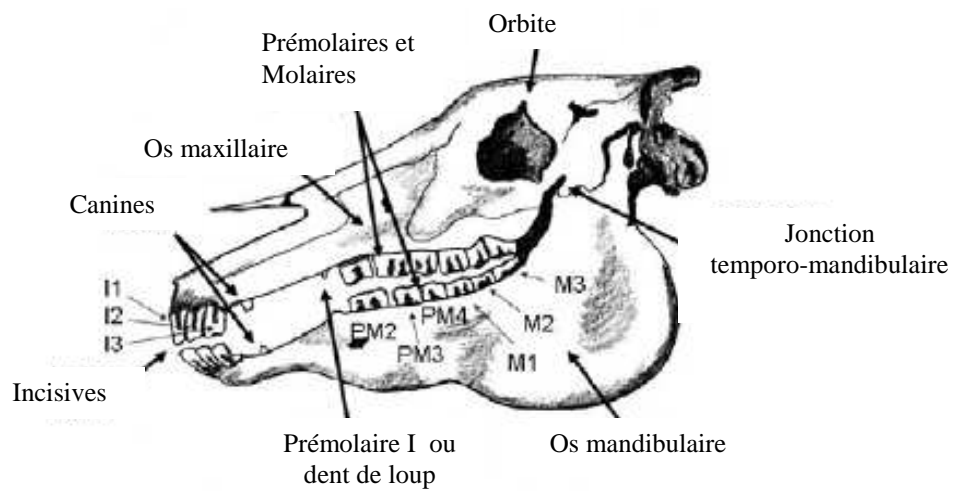


Figure 2 : Vue latérale de la denture d'un âne adulte (d'après Purdy, 2010).

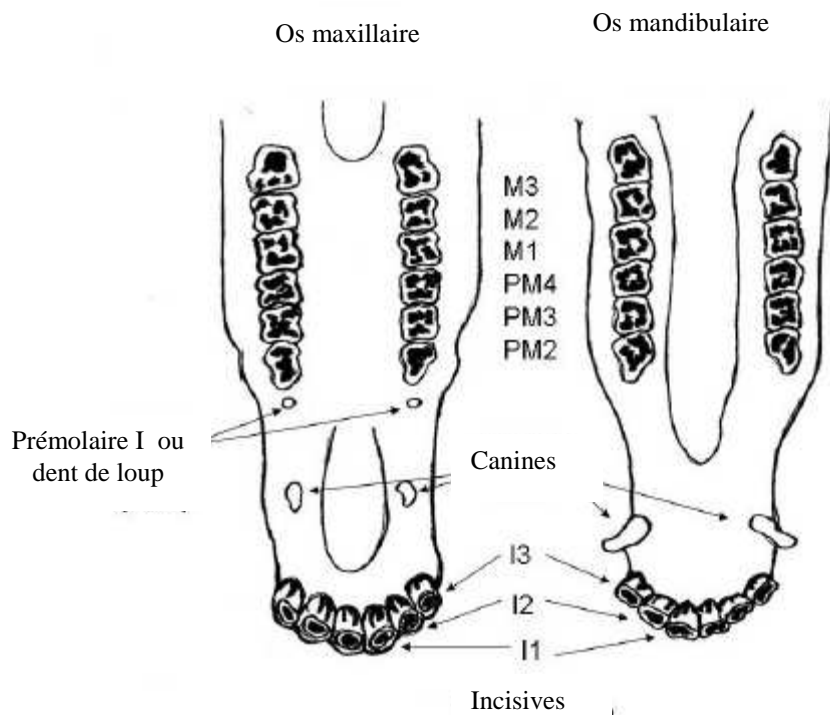


Figure 3 : Vue médiale de la denture d'un âne adulte (d'après Purdy, 2010).

1.1.2. Rôle des dents

Les incisives sont utilisées pour la préhension, elles coupent les végétaux qui sont apportés à la bouche pour être mastiqués. Cette mastication est améliorée par les mouvements des mâchoires supérieure et inférieure l'une par rapport l'autre car ces mouvements sont aussi bien horizontaux que verticaux. La nourriture est donc délitée au contact des molaires et des prémolaires.

Les incisives, les molaires et les prémolaires continuent de pousser tout au long de la vie de l'animal. L'absence d'une dent sur une mâchoire provoque la pousse excessive de la dent opposée sur l'autre mâchoire, ce qui peut induire une mauvaise mastication (Purdy, 2010). Enfin, les incisives supérieures et inférieures peuvent se toucher, et si deux dents, lors du repas, rentrent en contact avec une forte pression, cela peut gêner la prise alimentaire, voire engendrer une incapacité à se nourrir.

1.1.3. Spécificité de la denture des ânes

1.1.3.1. Classification de Triadan

La classification de Triadan utilise un nombre à 3 chiffres pour identifier chaque dent : le premier chiffre correspond au quadrant, avec 1 le quadrant supérieur droit, 2, le quadrant supérieur gauche, 3, le quadrant inférieur gauche et 4, le quadrant inférieur droit.

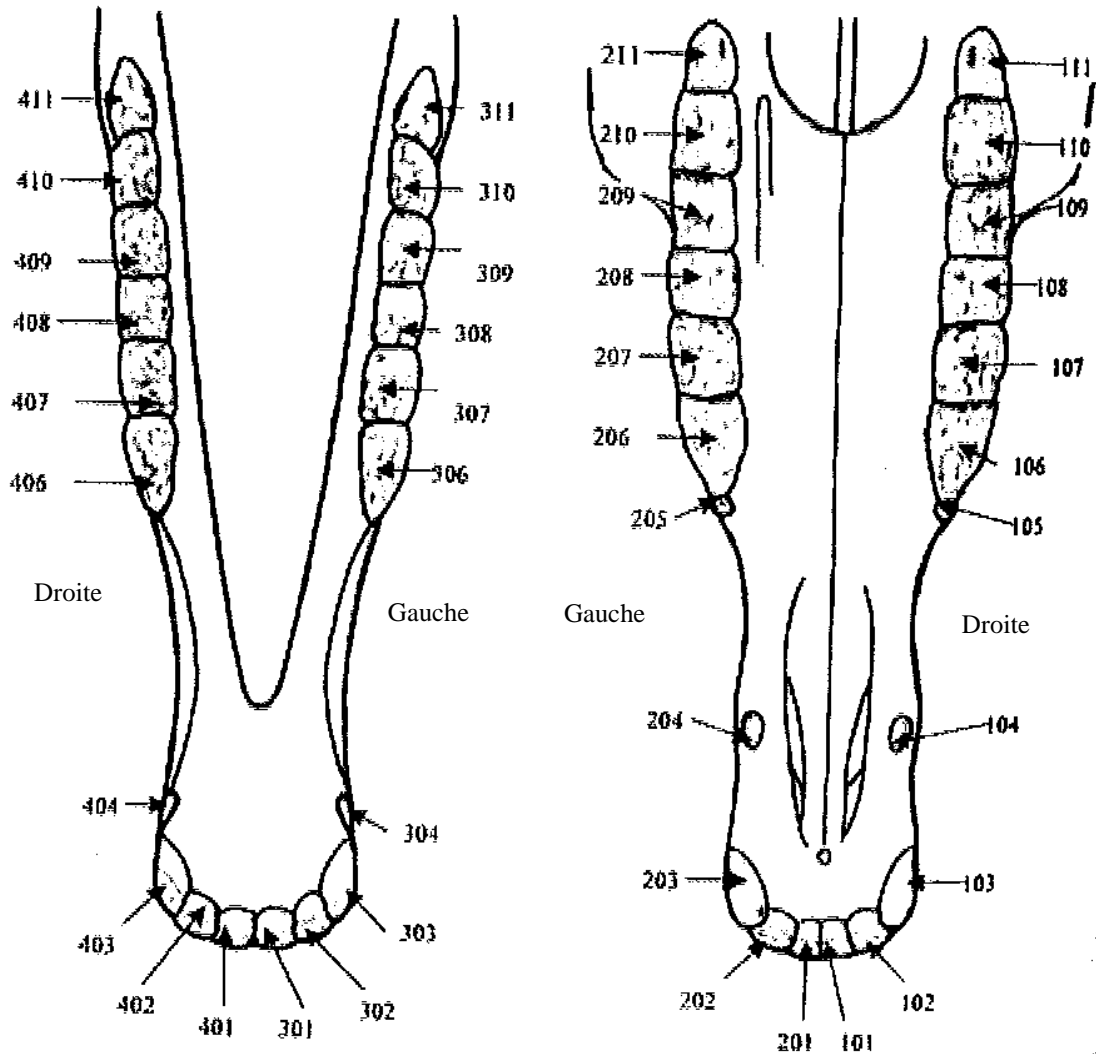


Figure 4 : Nomenclature de la denture de l'âne adulte selon la classification de Trianon (d'après Svendsen, 2008)

1.1.3.2. Généralités

Tout comme les chevaux, le ciment des dents des ânes est plus épais dans les zones profondes. Le ciment est une substance dure, opaque, de coloration gris-jaunâtre, très semblable au tissu osseux et qui revêt les racines de toutes les dents. Ce ciment, épais à l'apex des dents, peut être entouré d'émail ; ces zones ressemblent à des zones infundibulaires. L'infundibulum est en général incomplètement entouré par le ciment (Boyer, 2007). Sur les prémolaires et les molaires de la mandibule, les ânes possèdent deux infundibula et ils n'en n'ont aucun sur celles de la mâchoire inférieure (Du Toit *et al.*, 2006).

1.1.3.3. Les incisives

Les incisives sont aussi appelées les pinces (101, 201, 301,401), les mitoyennes (102, 202, 302, 402) et les coins (103, 203, 303, 403).

L'anatomie des incisives est remarquablement uniforme dans les différentes espèces d'Equidés. Chez l'âne, les incisives sont plus étroites transversalement : il en résulte que leur table prend plus tôt une forme ronde puis triangulaire. Leur dureté est plus grande et leur usure plus lente que chez le cheval. En conséquence, le rasement et le nivellement sont plus tardifs et les dents paraissent plus longues quand l'animal avance en âge. De plus, les coins inférieurs ont un infundibulum à paroi linguale plus mince, qui est souvent fissurée et incomplète. Leur rasement est particulièrement irrégulier. La fissuration de l'infundibulum sur la face linguale se rencontre parfois aussi sur les mitoyennes (Barone, 1997).

Les incisives sont fortement hypsodontes et leur évolution est particulièrement lente. Les incisives définitives des Equidés ne sont jamais complètes car, quand l'usure commence, elles sont formées seulement d'une couronne dont l'édification est à peine en voie d'achèvement. Le développement de la racine dure encore plusieurs années et, lorsqu'il est achevé, une grande partie de la couronne a disparu du fait de l'usure.

Les incisives définitives apparaissent plus tard que chez les chevaux. Les coins ne semblent apparaître que vers l'âge de 9-10 ans au lieu de 3 ans chez le cheval. Cependant, l'étoile dentaire (dentine secondaire) de ces incisives est plus précoce (Dacre *et al.*, 2008).

1.1.3.4. Les canines

Les canines des Equidés sont à peine hypsodontes et leur éruption est achevée en deux-trois ans. Les canines supérieures sont un peu plus courtes et un peu plus grêles que les inférieures (Barone, 1997).

1.1.3.5. Les prémolaires et les molaires

Chez les équidés, l'hypsodontie de ces dents est très importante chez l'adulte et à peine marquée dans la dentition déciduale. En outre, les prémolaires sont, par leur forme comme par leur volume, semblables aux molaires.

Les prémolaires et les molaires des ânes sont semblables à celles des chevaux, elles ne s'en distinguent que par quelques détails (Barone, 1997).

1.2. Anatomie du tractus digestif

La structure et la physiologie digestive de l'âne sont très similaires à celles du cheval. Le tractus digestif de l'âne mesure, en moyenne, 24 mètres et a une capacité maximale de 160 L. Cependant, le contenu présent dans le tube digestif de l'âne n'excède que rarement le tiers de son volume maximal.

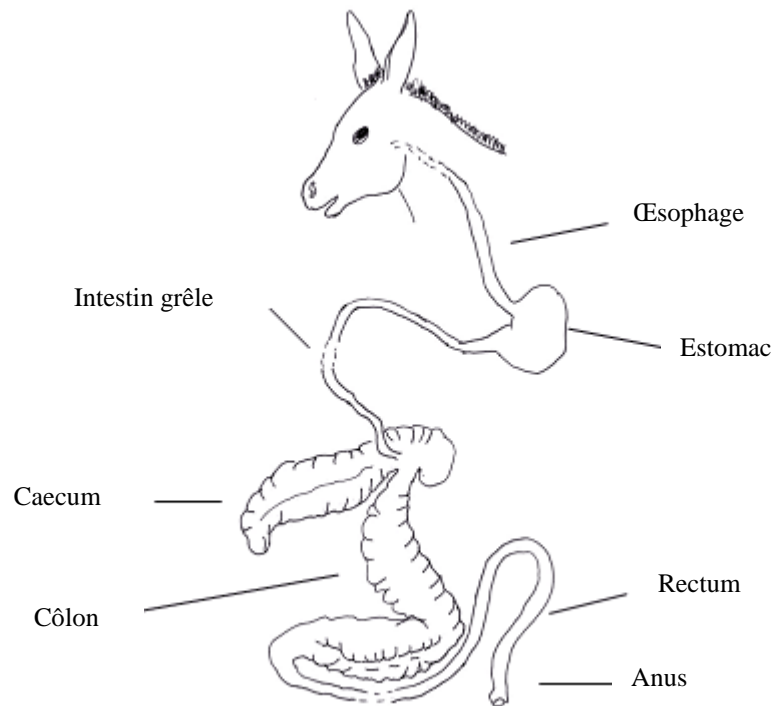


Figure 5 : Schéma du tractus digestif de l'âne (d'après Pearson, 2005)

1.2.1. La cavité buccale

Il a été démontré que la taille de la bouche d'un animal influence sur son degré de sélection de la nourriture (Hanley, 1982). Une petite bouche est capable de sélectionner des parties de plantes ou des espèces particulières. Cependant, au sein des équidés, aucune recherche n'a été menée et leur degré de sélectivité des aliments n'est donc pas connu à ce jour.

Contrairement aux autres équidés, les ânes ont été observés en train de brouter des arbres et des arbustes même si les ressources alimentaires sont abondantes dans la région où ils se trouvent. Leur aptitude à utiliser cette source de nourriture est favorisée par la mobilité de leur lèvre supérieure, ce qui n'est pas le cas des poneys et des chevaux. Leurs lèvres puissantes et très mobiles permettent de sélectionner les fourrages et de les amener entre les incisives (Moehlman, 1998). C'est pourquoi, l'âne ne mange que très rarement des substances non-comestibles comme du plastique ou du fil qu'il pourrait trouver dans son foin, par exemple.

Pour les ânes domestiques, la possibilité de se nourrir d'arbres et d'arbustes représente un avantage quand ils sont nourris à volonté car les ânes sont capables de sélectionner des plantes ou des parties de plantes les plus nutritives possible. Ainsi, en hiver, quand l'herbe se fait rare, cette technique aide les ânes à maintenir un niveau ingéré élevé de matière sèche et ainsi à satisfaire leurs besoins.

Le palais est long de 17 à 18 centimètres chez l'âne, contre 27 ou 28 chez le cheval. Il est à peine plus large au niveau des molaires que près des incisives, où il est en outre très épais, notamment chez le jeune.

Le palais mou est très long, peu mobile ; son bord libre venant embrasser étroitement la base de l'épiglotte. De ce fait, la respiration orale est impossible et la régurgitation des aliments se fait uniquement par voie nasale.

Le plancher sublingual des Equidés est étroit avec une muqueuse blanchâtre.

La langue de l'âne est très longue (30 à 35 centimètres) et très étroite (5 centimètres) comme chez tous Equidés (respectivement, 40 centimètres et 6 à 7 centimètres, chez le cheval). Elle pèse environ 800 grammes pour l'âne, contre 1200 grammes pour le cheval mais il existe une grande variabilité individuelle.

Chez tous les Equidés, l'apex est long, très aplati dorso-ventralement et très mobile. Il est un peu rétréci à sa base, élargi et spatulé à son extrémité libre, limité par un bord arrondi. Sa face dorsale, molle et tomenteuse, montre un net sillon médian. La face ventrale porte un frein médian, simple et très ample. Le corps est comprimé d'un côté à l'autre. Le dos est convexe, blanchâtre et couvert, comme la face dorsale de l'apex, par un gazon de papilles filiformes molles et relativement courtes ; le sillon médian de l'apex s'y prolonge à peine. L'extrémité caudale du dos porte deux grosses papilles circumvallées, rarement une troisième, médiane et un peu plus caudale. Cette dernière disposition est très fréquente mais absolument pas constante chez l'âne. Les papilles fongiformes sont surtout visibles près des bords, ainsi que sur l'apex. Les papilles foliées forment de chaque côté une masse oblongue de 2 à 3 centimètres de long, juste devant l'arc palatoglosse. Les faces latérales, très hautes, sont nettement divisibles en deux bandes longitudinales d'aspect différent. La bande dorsale blanchâtre est riche en papilles, avec une muqueuse encore très adhérente. La partie ventrale est au contraire lisse, rosée et sa muqueuse est peu adhérente. La racine de la langue est recouverte d'une muqueuse très irrégulière, folliculeuse et ridée, portant une tonsille linguale diffuse. Elle possède en outre une couche assez épaisse de glandes linguales latérales. Enfin, un élément remarquable de la structure est le cartilage dorsal de la langue, cordon long de 10 à 15 centimètres, épais de 5 à 6 millimètres à sa partie rostrale et aminci caudalement. Un cordon plus grêle et moins isolé de la muqueuse existe parfois à la face ventrale de l'apex (Barone, 1997).

1.2.2. L'œsophage

L'œsophage d'un âne est long de 1,2 à 1,5 mètres selon les individus. De cette longueur, 70 centimètres appartiennent à la partie cervicale, 55 centimètres à la partie thoracique et 2 ou 3 centimètres seulement à la partie abdominale. Lorsque le conduit est vide, le calibre extérieur est de moins de 2 centimètres chez l'âne alors qu'il mesure entre 3 et 4 centimètres chez le cheval. Après distension, il peut atteindre 6 centimètres et, l'épaisseur de la paroi, qui est de 10 à 12 millimètres au repos, peut s'abaisser à 4 ou 5 millimètres (Barone, 1997).

1.2.3. L'estomac

L'estomac des Equidés est peu volumineux. Il représente 9 % du volume du tube digestif de l'âne (Smith et Wood, 2008), contre 7% chez le cheval. Il contient en moyenne 10 litres chez l'âne, tout comme chez le cheval (environ 16 L), mais, avec une forte variabilité individuelle. Le poids de l'estomac à l'état de vacuité est de l'ordre de 1,5 kilogrammes (Barone, 1997).

1.2.4. L'intestin grêle

Chez l'âne, la longueur de l'intestin est de l'ordre de 18 mètres dont 12 pour l'intestin grêle et 6 pour le gros intestin ; le cheval présente des valeurs de 30, 22 et 8 mètres, respectivement. L'intestin grêle représente 30% du volume du tube digestif de l'âne, tout comme chez le cheval (Smith et Wood, 2008). Vidé, l'intestin grêle pèse 2,7 kilogrammes chez l'âne contre 6 chez le cheval. Ramené à leur longueur respective, le poids de l'intestin grêle de l'âne est à peu près équivalent à celui du cheval, 225 grammes par mètre chez l'âne contre 272 grammes pour le second.

1.2.5. Le gros intestin

Le gros intestin pèse en moyenne 6 kilogrammes chez l'âne contre 12 chez le cheval (Barone, 1997). Proportionnellement, un mètre du gros intestin de l'âne pèse 1,5 fois moins que celui du cheval.

1.2.6. Le caecum

Le caecum représente 16% du volume du tube digestif de l'âne. Il mesure environ un mètre de long chez le cheval, et est en général proportionnellement plus grand, chez l'âne. Sa capacité moyenne est de l'ordre de 20 à 21 litres chez l'âne, contre 35 litres chez le cheval, avec une forte variabilité individuelle, de 16 à 68 litres (Barone, 1997).

1.2.7. Le côlon

La particularité du tube digestif de l'âne est le grand volume de son côlon, qui représente 38% de la capacité totale du tube digestif.

1.2.7.1. Le côlon ascendant

Le côlon ascendant mesure en moyenne 2,8 mètres et sa capacité est de 40 à 50 litres chez l'âne, contre 3 à 4 mètres et 80 à 90 litres chez le cheval, respectivement.

1.2.7.2. Le côlon descendant

Sa longueur est de 2 mètres pour une capacité de 7 litres chez l'âne. Pour le cheval, la longueur moyenne est de 3 mètres pour une capacité de 11 litres.

1.2.8. Le rectum

Le rectum représente 7% du volume digestif de l'âne.

En résumé, les principales caractéristiques anatomiques du tube digestif de l'âne sont une langue très longue et étroite, un œsophage de 1,2 à 1,5 m de long, un estomac qui représente 9% du volume du tube digestif, un intestin grêle 30%, un caecum 16%, un côlon de grand volume 38%, respectivement. Après l'anatomie digestive, nous allons décrire le comportement alimentaire de l'âne.

2. LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DE L'ÂNE

Le comportement alimentaire de l'âne se caractérise par plusieurs composantes. Son temps d'alimentation journalier et les facteurs influençant ce comportement sont présentés dans ce paragraphe.

2.1. Temps d'alimentation journalier

Les ânes sauvages passent toute leur journée et une partie de leur nuit, soit 14 à 16 heures par jour à faire des provisions de nourriture. Ils sont très sélectifs et peuvent passer beaucoup de temps à rechercher des parcelles plus appétantes. Cependant, ils peuvent se résigner et manger tout de même des fourrages moins savoureux (Smith et Wood, 2008).

Dans les élevages du Botswana, une étude a montré que les ânes, mâles et femelles indifféremment, passent 6h45 à se nourrir de fourrage par jour, quand ils ne travaillent pas. En outre, durant la saison sèche, quand les plantes ont un faible taux de protéines brutes et que les pâtures sont de mauvaise qualité, les ânes passent plus de temps à brouter (Aganga et Tsopito, 1998).

La répartition des activités journalières traduit bien le fait que l'alimentation est l'activité prépondérante des ânes au cours d'une journée (tableau 2). Si ce temps de recherche de fourrage est augmenté par rapport au temps moyen calculé, cela implique que l'animal ne présente pas de maladies débilitantes, mais peut aussi traduire un état de sous-nutrition (Canacoo et Avornyo, 1998).

Tableau 2: Répartition des principales activités de l'âne en minutes par jour (d'après Canacoo et Avornyo, 1998).

Les ânes ont été observés pendant 3 jours de suite.

Activités (en min/jour) [h/jour]	Ane mâle castré (n=1)	Anesse non gravide (n=1)	Anesses en lactation (n=1)	Anons (>1 mois) (n=1)
Alimentation	367 ± 25,5 [6h07]	357 ± 3,6 [5h57]	290 ± 34,6 [4h50]	216 ± 36,5 [3h36]
Promenade/ Exploration du pré	64 ± 12,4 [1h04]	48 ± 4 [0h48]	46 ± 7 [0h46]	72 ± 6,7 [1h12]
Roulade	1,3 ± 0,6	1,3 ± 1,5	2 ± 1	0,7 ± 1,5
Sieste	5,3 ± 6,8	3 ± 4,4		43 ± 15,7
Allaite / Tête			4,7 ± 0,6	4,7 ± 0,6
Toilette	0,3 ± 0,1	1,6 ± 0,2	0,9 ± 0,3	6 ± 5,2
Hydratation	1 ± 0,9	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,4	
Urine	0,18 ± 0,32	0,18 ± 0	0,12 ± 0,21	0,30 ± 0,28
Défèque	0,2 ± 0,4	0,7 ± 0,2	0,4 ± 0,3	0,2 ± 0,2
Brai	0,3 ± 0,6	0,4 ± 0,3	0,1 ± 0,1	0,3 ± 0,2
Reste	4,3 ± 5,1	6,6 ± 2,4	1,9 ± 0,5	2,3 ± 1,7
Temps d'observation totale	445 [7h25]	420[7h]	346 [5h46]	346 [5h46]

Dans nos contrées, les ânes passent moins de temps à rechercher leur nourriture, qui est souvent présente en quantité abondante et de bonne qualité. Il est donc important de veiller à ce que l'animal puisse passer du temps à chercher sa nourriture (Smith et Wood, 2008).

2.2. Facteurs influant sur le comportement de l'âne

2.2.1. La dominance

Les ânes sont capables de consommer de nombreuses variétés de plantes. Or, un comportement de dominance est observé pour l'accès à la nourriture, quand les ânes sont nourris en groupe. L'âne dominant d'un groupe donne des coups de sabots aux autres pour gagner l'accès le plus large possible à la nourriture. Ce comportement est majoré quand un manque de nourriture est observé (Aganga et Tsopito, 1998).

De plus, ce comportement d'agressivité est influencé par le statut physiologique des ânes. Les étalons non-castrés donnent des coups de sabot pendant 90% du temps qu'ils passent à se nourrir, contre 60% chez les femelles. En général, les ânes non castrés dominent le reste du troupeau et se battent entre eux pendant la période d'alimentation pour établir la hiérarchie. En l'absence de mâles non-castrés, ce sont les mâles castrés qui dominent le troupeau.

Chez les ânesses, la gestation influe sur ce comportement de dominance. Les femelles gravides donnent des coups aux autres ânesses, pour avoir un meilleur accès à la nourriture, notamment quand celle-ci est en quantité insuffisante (Aganga et Tsopito, 1998).

2.2.2. Mode d'alimentation

L'âne au pré passe du temps sans manger. Ainsi, il alterne des périodes où il se nourrit pendant 30 à 45 minutes, puis il s'arrête, relève la tête et observe ce qui se passe autour de lui pendant 5 à 10 minutes. Ce comportement se répète tout au long de la journée (Aganga et Tsopito, 1998).

2.2.3. Effet de la pâture sur le comportement alimentaire

2.2.3.1. Restriction de pâture

L'âne domestique passe souvent une partie ou toute sa journée au pré. Les conséquences des méthodes de gestion de la pâture sur les ânes ne sont pas connues, car il est très difficile de mesurer la consommation de matière sèche au pré. Cependant, il a été montré que les ruminants et les chevaux passent plus de temps à brouter de l'herbe quand les parcelles sont petites. Aucune étude n'a été réalisée sur l'âne, mais il serait étonnant que la restriction de la surface de pâture disponible n'ait pas le même effet, que sur ces autres animaux (Wood, 2010).

2.2.3.2. Restriction du temps de pâture

Sur une parcelle où l'herbe est en quantité suffisante mais faiblement énergétique, une réduction du temps de pâture de 8 heures ou 11 heures par jour réduit la quantité de matière sèche ingérée par l'âne. De plus, il n'y a pas de différence concernant la valeur énergétique des herbes sélectionnées par l'âne qu'il pâture 11 heures ou 23 heures (Smith, 1999). Cependant, les ânes contraints de ne pâturer que 8h par jour deviennent moins sélectifs au niveau de la qualité des plantes et augmentent le nombre des bouchées au total, ce qui permet d'augmenter la quantité de matière sèche ingérée mais en diminue la qualité.

Le rythme d'ingestion des ânes qui ont accès à la pâture uniquement 8 heures par jour est plus rapide que celui des ânes qui ont accès à la pâture 23 heures, car le nombre et la taille de leurs bouchées sont plus importants. Ce rythme ne compense pas le manque de temps de pâture et la matière sèche ingérée est donc inférieure, chez les ânes restreints à 8 heures de pâture. Il en résulte que, pour restreindre la quantité d'herbe consommée dans une pâture, en diminuant le temps de pâture, il faut limiter l'accès à la pâture à moins de 11 heures par jour (Smith, 1999).

L'activité principale de l'âne dans une journée est l'alimentation, en moyenne 6 heures par jour. Cette activité est influencée par de nombreux facteurs comme la dominance des ânes les uns par rapport aux autres mais la taille de la pâture et le temps où l'animal va y rester. Après avoir vu l'anatomie digestive de l'âne et notamment la taille importante de son côlon, nous allons traiter les caractéristiques de l'ingestion et de la digestion, chez l'âne.

II. DE L'INGESTION A LA DIGESTION

Dans un premier temps, nous verrons la quantité d'aliments que peut ingérer un âne et les facteurs influençant cette ingestion. Puis, nous traiterons des spécificités de la mastication de l'âne. Puis, nous ferons un point sur la digestion en elle-même, en définissant l'efficacité digestive chez l'âne.

1. L'INGESTION

L'ingestion est l'absorption par l'organisme de particules solides ou liquides au travers de la bouche. L'alimentation des animaux se caractérise alors par une capacité d'ingestion, spécifique à chaque espèce animale, et qui est influencée par de nombreux facteurs.

1.1. La capacité d'ingestion

La capacité d'ingestion est la quantité d'aliments que peut ingérer volontairement l'animal lorsque l'aliment ou les aliments sont disponibles à volonté.

1.1.1. Calcul de la capacité d'ingestion

La capacité d'ingestion d'un herbivore est généralement exprimée en quantité de MSVI, rapportée au poids vif ou métabolique de l'animal.

Poids métabolique = Poids vif^{0.75}

Soit :

$$\text{Capacité d'ingestion (en \% du PV)} = \frac{\text{Matière sèche ingérée (kg/animal/jour)} * 100}{\text{Poids (kg)}}$$

Quand un animal est nourri en box, il suffit de mesurer la quantité d'aliment donné à volonté puis la quantité résiduelle pour déterminer la matière sèche volontairement ingérée.

$$\text{Matière sèche ingérée} = \text{Quantité en MS d'aliment donné à volonté} - \text{quantité en MS d'aliment restant}$$

Pour un animal au pré, il est impossible de mesurer directement la quantité de matière sèche volontairement ingérée. La capacité d'ingestion est alors estimée en fonction de la digestibilité de l'aliment et la quantité de matière sèche excrétée dans les fèces. La digestibilité correspond à la proportion d'aliment qui disparaît lors du transit. Soit :

$$\text{Digestibilité} = \frac{\text{Quantité en MS d'aliment ingérée} - \text{quantité de MS dans les fèces}}{\text{quantité en MS d'aliment ingéré}}$$

Il en résulte une nouvelle équation pour définir la matière sèche ingérée :

$$\text{Matière sèche ingérée (kg/animal/jour)} = \frac{\text{Quantité de MS dans les fèces}}{(1 - \text{digestibilité de l'aliment})}$$

$$\text{D'où Capacité d'ingestion} = \frac{\text{Quantité de MS dans les fèces} * 100}{(1 - \text{digestibilité de l'aliment}) * \text{Poids}}$$

Pour déterminer les deux inconnues, c'est-à-dire la digestibilité de l'aliment et la quantité de matière sèche dans les fèces, on utilise des marqueurs. Ces marqueurs doivent être indigestibles mais aussi récupérables dans les fèces. En outre, les marqueurs ne doivent pas avoir d'effets délétères sur l'animal et sur la digestibilité du repas. Les marqueurs internes sont des composants indigestibles trouvés dans la nourriture comme l'ADL, les cendres, l'ADF. Ils permettent d'estimer la digestibilité de l'aliment en calculant leur concentration dans le repas donné et dans les fèces. Les marqueurs externes sont des substances indigestibles qui ne sont pas retrouvées dans le repas ou dans la terre. Ces marqueurs sont donnés par voie orale en plus du repas. Le plus couramment utilisé est l'oxyde de Chrome, Cr₂O₃. Il est utilisé pour estimer la quantité de matière sèche dans les fèces et la digestibilité du repas en mesurant sa concentration dans les fèces (Dove et Mayes, 1996).

Cependant, l'utilisation de ces marqueurs n'est pas sans problème. Il a été montré que chez les chevaux, l'utilisation de l'ADL sous-estimait la digestibilité des aliments (Miraglia *et al.*, 1999). En outre, l'utilisation des marqueurs externes peut aussi être une source d'erreur : par exemple, l'oxyde de Chrome ne s'associe pas avec le digesta, et possède une vitesse de transit plus élevée que le contenu qu'il doit représenter. Le manque de liant entre le contenu digestif et le marqueur engendre des variations dans la sécrétion du marqueur dans les fèces tout au long de la journée. En conséquence, l'ingestion de l'aliment peut être sous ou surestimée. Pour réduire ce risque, il est conseillé de renouveler plusieurs fois le dosage du marqueur dans les fèces (Cuddeford et Hughes, 1990).

Une nouvelle technique est utilisée, elle se base sur le dosage des alcanes présents dans les cires cuticulaires des plantes. Ces hydrocarbures sont utilisés comme des marqueurs internes et externes. Dans la cire des plantes, les alcanes à longue chaîne linéaire saturée, le plus souvent nombre impair de carbones comme le C₂₉, C₃₁ et C₃₃ sont utilisés comme des marqueurs internes. Le C₃₂, qui se comporte de la même façon que les acides gras longs à nombre impair de carbone, sert de marqueur externe et est donc rajouté à la nourriture (Mayes *et al.*, 1986). L'avantage de cette technique est d'utiliser la même méthode pour déterminer la concentration des marqueurs internes et externes, ce qui diminue les risques d'erreur. Cette méthode a été développée pour estimer l'ingestion des ruminants, et quelques études commencent à l'utiliser pour les équidés (Wood, 2010).

Le calcul de la matière sèche ingérée se fait alors avec l'équation suivante (Dove et Mayes, 1996):

$$\text{Matière sèche ingérée} = \frac{(F_i/F_j * D_j)}{(H_i - F_i/F_j * H_j)}$$

- Avec, F_i : la concentration fécale de l'alcane à nombre impair de carbone ;
H_i : la concentration de la pâture de l'alcane à nombre impair de carbone ;
F_j : la concentration fécale de l'alcane à nombre pair de carbone ;
H_j : la concentration de la pâture de l'alcane à nombre pair de carbone ;
D_j : la dose journalière donnée de l'alcane à nombre pair de carbone.

Il faut donc deux alcanes différents pour calculer la matière sèche ingérée.

Cette technique nécessite un temps d'adaptation. Il faut entre 3 et 5 jours pour que les concentrations en alcanes à nombre de carbones pair, donnés en supplément de l'alimentation, soient suffisantes dans les fèces pour déterminer correctement la digestibilité des fourrages.

En outre, chez les ruminants, plus la longueur de la chaîne de carbone des alcanes est longue, plus la concentration fécale en alcane augmente. Cependant, chez les chevaux, il semble que la concentration fécale en alcane soit indépendante de la longueur de la chaîne (Ferreira *et al.*, 2007). On considère que c'est la même chose chez l'âne mais aucune étude n'a été réalisée dans cette espèce. Cela suggère que l'on peut utiliser aussi bien les alcanes à longue ou courte chaîne chez les équidés, car leur concentration fécale n'est pas influencé par le transit digestif de l'animal. Ainsi, seuls leurs teneurs dans les fourrages et les fèces sont les facteurs limitant leur détection (Ferreira *et al.*, 2007).

Pour estimer la digestibilité d'un fourrage, l'alcane C₃₁, chez les équidés semble être le plus précis, mais c'est aussi l'alcane qui est retrouvé en plus grande quantité dans les fourrages donnés aux animaux (Stevens *et al.*, 2007). Les ânes sont principalement nourris avec du foin d'herbe et de la paille. Or, le C₃₁ est présent en grande quantité dans ces fourrages et serait donc le mieux adapté pour estimer l'ingestion des ânes au pré (Wood, 2010). Cependant, les concentrations différentes en alcanes dans les différentes espèces de plantes posent le problème du choix de l'alcane à doser quand les animaux sont au pâturage.

Un autre avantage de cette technique est de donner une estimation précise de la digestibilité et de l'ingestion de l'aliment tout en diminuant les risques de perturbation de l'animal. Elle permet de mesurer la capacité d'ingestion des ânes au pâturage et non au box. Cependant, cette technique ne tient pas en compte du comportement alimentaire des équidés, qui peuvent choisir de préférences certaines plantes de la pâture plutôt que d'autres (Wood, 2010).

1.2. Facteurs de variation de la capacité d'ingestion liés au fourrage

La matière sèche ingérée est dépendante de plusieurs facteurs. Un des premiers est la race de l'âne, cependant aucune étude ne compare les différentes races, donc nous n'en parlerons pas ici. Tout d'abord, nous verrons les effets liés aux fourrages (quantité, qualité, teneurs en NDF, ADF, PB) puis les facteurs de variation externes (température, conduite du troupeau).

1.2.1. Influence de l'aliment sur la capacité d'ingestion

La capacité d'ingestion des animaux varie en fonction des plantes consommées. Selon les études et l'aliment, elle peut varier de 36,8 g à 100 g par kilogramme de poids métabolique (tableau 3).

Tableau 3 : Matière sèche ingérée par l'âne et capacité d'ingestion en fonction de son alimentation (d'après différents auteurs)

Aliment	Nombre d'animaux	Poids moyen (kg) [variation de P (kg)]	Modalités de distribution	NDF (g/kgMS)	MSvI (g/kgP ^{0,75})	MSI (kg/animal/jour)	CI (en % PV)	Référence
Foin de prairie naturelle	3	280 [± 30]	A volonté	665	82	5,3	1,89	Ouedraogo (1996)
Foin de prairie naturelle	4	179 [?]	A volonté	737	80,9	4	2,21	Pearson et Merritt (1991)
Foin de très bonne qualité	6	192 [± 25]	A volonté	532	85	4,6	2,28	Mueller <i>et al.</i> (1994)
Foin de qualité moyenne	5	192 [± 25]	A volonté	612	72	3,9	1,92	Mueller <i>et al.</i> (1994)
Foin de mauvaise qualité	5	192 [± 25]	A volonté	661	67	3,5	1,80	Mueller <i>et al.</i> (1994)
Foin de luzerne	4	174 [?]	Couverture des besoins	401	40,2	1,9	1,09	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Foin de luzerne	5	120 [±19]	A volonté	475	85	3,1	2,58	Izraely <i>et al.</i> (1989)
Foin de luzerne	4	189 [?]	A volonté	443	100	5,1	2,70	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Foin de luzerne/ dactyle	3	280 [±30]	A volonté	514	85	5,9	2,11	Ouedraogo (1996)
Paille de blé	5	120 [±19]	A volonté	771	62	2,3	1,92	Izraely <i>et al.</i> (1989)
Paille de blé	6	192 [± 25]	A volonté	827	39	2	1,07	Mueller <i>et al.</i> (1994)
Paille de blé mélassé	3	280 [±30]	A volonté	776	59	4,2	1,50	Ouedraogo (1996)
Paille d'avoine	4	189 [?]	A volonté	715	60	3	1,61	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Paille d'avoine	4	174 [?]	Couverture des besoins	621	56,1	2,7	1,55	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Paille d'orge	4	179 [?]	A volonté	886	36,8	1,8	1,01	Pearson et Merritt (1991)
66% foin luzerne/33% paille d'avoine	4	174 [?]	Couverture des besoins	459	44,7	2,1	1,21	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
33% foin luzerne/66% paille d'avoine	4	174 [?]	Couverture des besoins	523	51,7	2,5	1,44	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)

La couverture des besoins énergétiques a été calculée avec l'équation de Pagan et Hintz, 1986 : $ED (MJ/jr) = 4.12 * (0.975 + 0.021 * P)$.

[?] : variation du poids autour de la moyenne inconnue

1.2.1.1. La nature du fourrage

Les grands écarts de matière sèche ingérée traduisent les différences d'appétence des fourrages. Quand l'animal est nourri à volonté avec des fourrages riches en énergie, il peut consommer jusqu' à 100 grammes de MS par kilogramme de poids métabolique pour du foin de luzerne. Pour du foin de graminées, la matière sèche volontairement ingérée moyenne est de 82 grammes par kilogrammes de poids métabolique avec une médiane à 83,5 et un intervalle d'observation de 67 à 100 grammes par kilogrammes de poids métaboliques. A l'opposé pour la paille, elle est de 52 grammes par kilogramme de poids métabolique avec une médiane 59 et un intervalle d'observation de 36,8 à 69 grammes par kilogrammes de poids métaboliques Ceci reflète une plus grande appétence des foins par rapport à la paille ainsi qu'un temps de mastication plus court.

La capacité d'ingestion pour les fourrages varie donc, en fonction de l'aliment distribué. Elle est plus importante pour les foins que pour les pailles. En moyenne, elle est de 2,2% du poids de l'animal pour le foin, avec un maximum de 2,7% pour le foin de luzerne contre 1,4% pour la paille.

1.2.1.2. La qualité du fourrage

L'étude de Mueller en 1994, montre que la qualité du fourrage a un effet sur la matière sèche volontairement ingérée. Les ânes ont consommé 85 grammes par kilogramme de poids métabolique d'un foin de très bonne qualité contre 67 grammes par kilogramme de poids métabolique pour un foin de mauvaise qualité. La capacité d'ingestion passe donc de 2,28% du poids de l'animal à 1,8%.

1.2.1.3. La teneur en NDF

La capacité d'ingestion de l'âne varie en fonction de la teneur en NDF du fourrage (tableau 4).

Tableau 4 : Comparaison de la matière sèche volontairement ingérée en fonction du fourrage donné aux ânes (d'après Ouedraogo et Tisserand, 1996)

	NDF (g/kg MS)	MS volontairement ingérée (g/kg P ^{0.75})	
Foin luzerne-dactyle	514	85	Base 100
Foin prairie naturelle	665	82	- 3,5%
Paille de blé mélassée à 10%	766	59	- 40%

Par comparaison au foin de luzerne-dactyle, le fourrage le plus pauvre en NDF, les quantités ingérées de foin de prairie naturelle et de paille de blé mélassée diminuent de 3,5 et 40% respectivement (Ouedraogo et Tisserand, 1996).

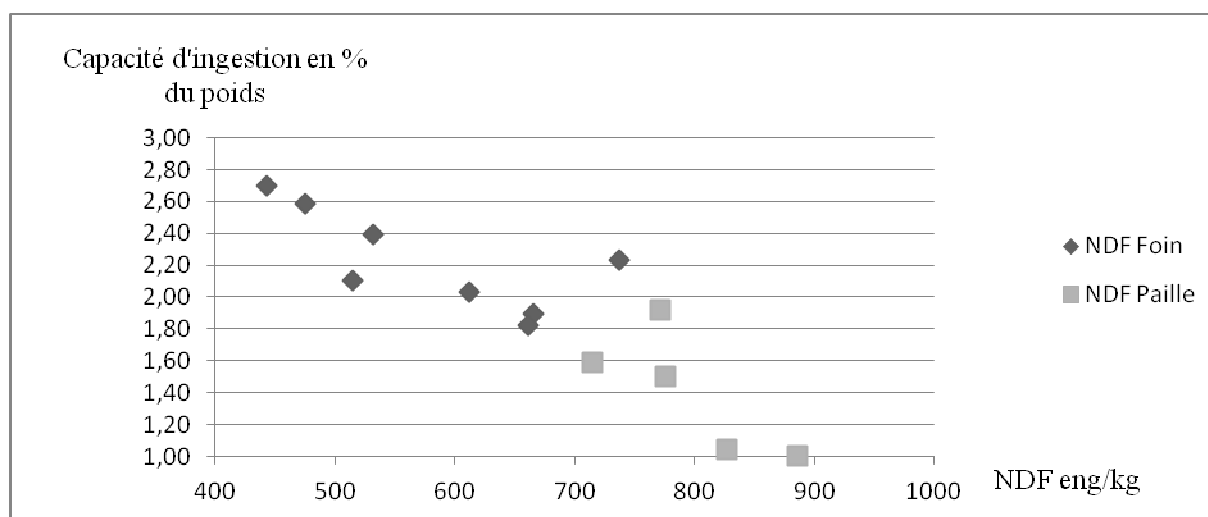


Figure 6: Représentation graphique des résultats obtenus par différents auteurs de la capacité d'ingestion des ânes en fonction de la teneur en NDF des fourrages donnés à volonté répertoriés dans le tableau 3

De manière plus générale, la teneur en NDF de la paille ou du foin a une influence sur la capacité d'ingestion : la capacité d'ingestion diminue lorsque la teneur en NDF augmente (figure 6). Il semble que l'ingestion des fourrages de mauvaise qualité soit limitée par la quantité de NDF du fourrage plutôt que par la quantité de leur matière sèche (Mueller *et al.*, 1994a).

Certains scientifiques affirment que l'augmentation de la matière sèche volontairement ingérée, et donc de la capacité d'ingestion, inversement à la quantité de NDF de l'aliment est liée à la fermentation microbienne du côlon et du caecum, qui nécessite pour être opérationnelle un minimum de nutriments provenant de la dégradation du bol alimentaire dans l'estomac et l'intestin grêle (Janis, 1976). La question se pose alors de savoir si l'âne peut ou non réguler sa prise de NDF dans son alimentation (tableau 5).

Tableau 5 : Comparaison de la quantité de NDF dans l'aliment distribué et dans l'aliment réellement ingéré par l'âne (d'après Mueller *et al.*, 1994a)

Repas	Quantité de NDF dans l'aliment/ jour (en kg)	Quantité de NDF ingérée/ jour (en kg)
Foin de prairie naturelle très bonne qualité	2,44	2,41
Paille de blé	1,62	1,68
Foin de prairie naturelle/ légumineuse	2,4	2,15
Foin de prairie naturelle	2,33	2,07
Fourrage de mil, à volonté	1,86	1,81
Fourrage de mil, couverture des besoins	2,47	2,43

D'après cette étude, les quantités de NDF dans l'aliment et celle que l'animal ingère sont très proches (Mueller *et al.*, 1994a). Cependant, l'étude de Tisserand *et al.*, s'oppose à ces résultats : les refus laissés par les ânes sont alors plus riches en cellulose brute. Les ânes, en sélectionnant leur nourriture et en mangeant les parties les plus nutritives des plantes, peuvent diminuer leur ingestion de fibres et donc de NDF (Tisserand *et al.*, 1990). Dans l'étude de Mueller *et al.*, les ânes ne sont pas sélectifs et leurs refus ne contiennent pas plus de NDF que l'aliment donné à la base. Une explication aux différences observées serait due au comportement alimentaire : un âne à la pâture pratiquerait plus de sélection des plantes, notamment en région tropicale, où les différentes parties de la plantes sont reconnaissables contrairement au foin et à la paille, donnés dans ces études (Mueller *et al.*, 1994a).

Le NDF n'est pas le seul facteur qui peut influencer la quantité de matière sèche ingérée.

1.2.1.4. La teneur en ADF

La capacité d'ingestion des ânes diminue quand la teneur en ADF augmente (Mueller *et al.*, 1994a). La figure 7 représente la teneur en ADF de la paille ou du foin de différentes études en fonction de la capacité d'ingestion de l'animal. Elle montre que la capacité d'ingestion augmente avec une faible teneur en ADF.

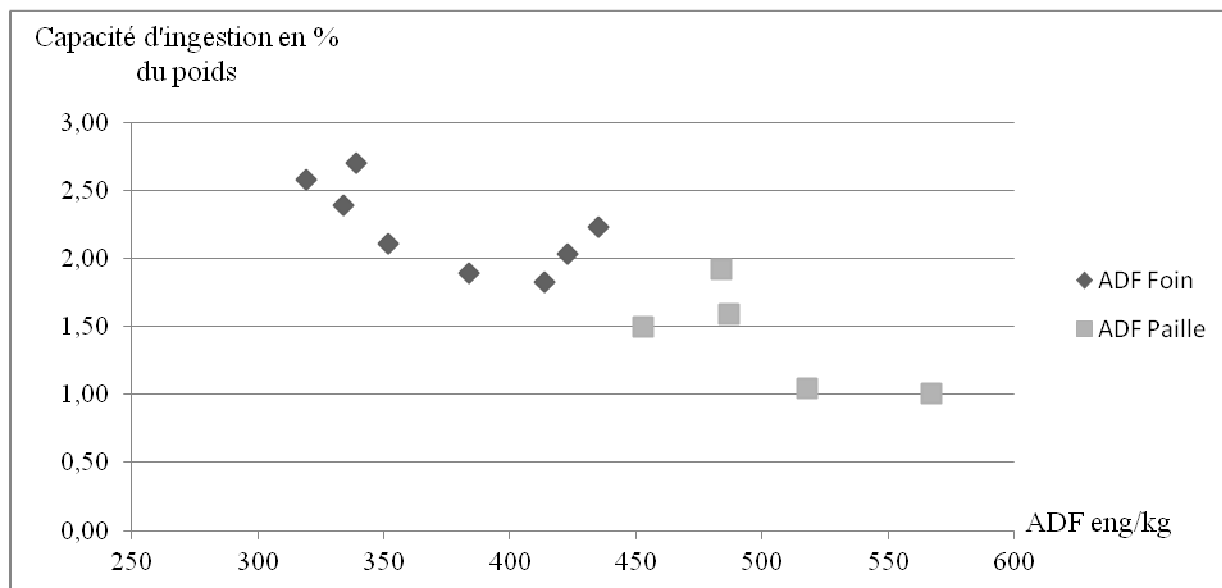


Figure 7 : Représentation graphique des résultats obtenus par différents auteurs concernant la capacité d'ingestion des ânes en fonction de la teneur en ADF des fourrages donnés à volonté répertoriés dans le tableau 3

1.2.1.5. Effet de la teneur en protéines brutes

Une insuffisance en protéines dans l'aliment fourni aux ânes pourrait induire une diminution de l'ingestion du fourrage ; ceci expliquerait en partie que les pailles seraient moins consommées que les foin. Ceci se retrouve chez les ruminants où un taux de protéines inférieur à 8 % entraîne une diminution de la matière sèche ingérée, due à un ralentissement de la fermentation ruminale (Mueller *et al.*, 1994a).

Cependant, il est difficile de séparer ce facteur des autres déjà présentés (NDF et ADF), d'autant que la teneur en PB des fourrages utilisés dans les différentes études du tableau 3 n'a pas toujours été précisée.

1.3. Facteurs externes de variation de la matière sèche ingérée

1.3.1. Effet de la température extérieure

Les effets de la température sur la consommation de nourriture sont étroitement reliés au maintien de la température corporelle des mammifères. Ces derniers doivent augmenter leur production de chaleur pour garder une température corporelle normale. Ceci est permis par la digestion et la fermentation, qui induisent une augmentation de la température corporelle et de la prise alimentaire, qui augmente quand la température extérieure diminue. Cette relation entre la température extérieure et la prise alimentaire a surtout été étudiée chez les animaux de production (Wood, 2010).

1.3.2. Effet de la conduite du troupeau

1.3.2.1. Effet de la saison

La saison n'a pas d'effet sur la quantité de matière sèche ingérée si le temps de pâture est d'au moins 12 heures. Par contre, si ce temps est restreint à 8 heures, la matière sèche ingérée est plus importante en été qu'en automne (Wood, 2010).

En automne, plus le temps de pâturage est important, plus la quantité de matière sèche consommée augmente, mais ceci n'est pas le cas en été (Wood, 2010).

Il existerait aussi chez le cheval, un effet de la photopériode avec une augmentation de l'ingestion des fourrages en période de jours-longs. Il serait intéressant de savoir si ce phénomène existe chez l'âne (Pearson *et al.*, 2001).

De même, les chevaux prennent du poids en été, en augmentant leur prise alimentaire, ce qui leur permet de faire des réserves qu'ils utiliseront en hiver quand la nourriture est moins abondante (Berger *et al.*, 1999). Il serait aussi intéressant de savoir si l'on retrouve chez l'âne un lien entre poids et rythme circadien.

1.3.2.2. Effet de l'accès à la pâture

Il semblerait qu'un accès ou non au pâturage n'ait pas d'impact sur la capacité d'ingestion des ânes. Une étude réalisée à Edimbourg montre que la matière sèche ingérée quotidiennement est identique, que l'âne vive en box ou qu'il puisse avoir un accès à un pré. Cependant, des recherches plus approfondies dans ce domaine devraient être réalisées pour connaître exactement la quantité de nourriture journalière que l'âne peut ingérer quand il a un accès aux pâtures car il semble que la capacité d'ingestion dépende aussi du temps d'accès aux pâturages (Wood, 2010).

1.3.2.3. Effet du management de la pâture

Les ânes peuvent être en pâturage libre ou bien en pâturage restreint, l'âne n'a accès à la pâture que pendant une période de temps définie. En été, l'ingestion est plus importante quand ils sont restreints. Cependant, en automne, la consommation de matière sèche semble assez similaire, que le pâturage soit libre ou restreint (Wood, 2010).

1.3.2.4. Effet de l'accès à l'eau

Si l'âne a un accès à l'eau à volonté, ou si de l'eau lui est offerte tous les 48 ou 72 heures, la quantité de matière ingérée est respectivement de 3,1, 2,8 et 2,7 kilogrammes par jour. Il en résulte que la restriction d'eau a un faible impact sur la quantité d'aliment consommée. Cependant, les volumes d'eau ingérés quotidiennement sont différents, de 8,5 L, 4,1 L et 5,1 L, si l'accès à l'eau est à volonté, tous les 48 ou 72 heures, respectivement (Nengomasha *et al.*, 2009).

1.4. Comparaison des capacités d'ingestion avec les autres espèces

La comparaison de la capacité d'ingestion de différentes espèces nécessitent de prendre en compte le poids vif des animaux. Les quantités ingérées peuvent être exprimées de deux façons, soit en fonction du poids vif, soit en fonction du poids métabolique.

Le poids métabolique traduit le fait que les dépenses énergétiques d'entretien sont à peu près proportionnelles à la surface corporelle et non au poids vif.

1.4.1. Comparaison avec la capacité d'ingestion des ovins

La matière sèche volontairement ingérée (en $g/kgP^{0.75}$) par les ânes représente 1,4 fois celle des moutons lors de la consommation de foin de dactyle-luzerne de bonne qualité. En outre, avec des fourrages pauvres, du foin de prairie médiocre et de la paille de blé mélassée, ce rapport (MSVI âne/ MSVI mouton) passe respectivement à 1,6 et 2 %. La capacité d'ingestion de l'âne est donc très supérieure à celle du mouton. Cependant, ce calcul basé sur le poids vif montre une supériorité de l'âne uniquement sur les fourrages pauvres (tableau 6) (Ouedraogo et Tisserand, 1996). Il existe donc une différence en fonction de l'expression des résultats bien que le critère « poids vif » semble le plus pertinent pour traduire la capacité d'ingestion (Dulphy *et al.*, 1994).

Tableau 6 : Comparaison de la matière sèche volontairement ingérée du mouton et de l'âne en fonction du mode d'expression de la MSI (d'après Ouedraogo et Tisserand, 1996)

	MS volontairement ingérée (g/kg $P^{0.75}$)		Rapport MSVI âne/ mouton	MSI (g/kgPV)		Rapport MSI âne/ mouton	Capacité d'ingestion en % de PV	
	Ane (n=3)	Mouton (n=6)		Ane (n=3)	Mouton (n=6)		Ane (n=3)	Mouton (n=6)
Foin luzerne-dactyle	85	63	1,3	20,8	20,3	Non significatif	2	2
Foin prairie naturelle	82	50	1,6	19,3	16	1,2	1,9	1,6
Paille de blé mélassée à 10%	59	30	2,0	14,5	9,7	1,5	1,45	1

Tout comme l'âne, les quantités ingérées diminuent avec la teneur en paroi du fourrage, mais cette diminution est beaucoup plus rapide, chez le mouton (Ouedraogo et Tisserand, 1996).

1.4.2. Comparaison avec la capacité d'ingestion des chevaux

D'après une étude de Dulphy *et al.*(1997), on considère que la quantité de matière sèche de paille ingérée par le cheval est comprise entre 11 et 14 grammes par kilogramme de poids vif, contre 19-22 grammes et 22-25 grammes pour le foin de prairie naturelle et le foin de luzerne, respectivement. La capacité d'ingestion est donc d'environ 1,25% du poids vif pour la paille, de 2% pour un foin de prairie naturelle et de 2,3% pour un foin de luzerne (Dulphy *et al.*, 1997). En comparaison, la capacité d'ingestion moyenne d'un âne est de 1,4% pour de la paille, 2% pour un foin de prairie naturelle et 2,5% pour un foin de luzerne, respectivement. La capacité d'ingestion de l'âne semble donc supérieure à celle du cheval pour la paille et le foin de luzerne.

1.4.3. Comparaison avec la capacité d'ingestion des poneys

Les capacités d'ingestion du poney et de l'âne sont comparées dans le tableau 7.

Tableau 7: Comparaison de la matière sèche volontairement ingérée de l'âne et du poney (d'après Pearson *et al.*, 200 ; Pearson et Merritt, 1991)

Aliment	MS volontairement ingérée (g/kg P ^{0,75})		Rapport MSvI âne/poney	MSI (g/kg PV)		Rapport MSI âne/poney	Capacité d'ingestion en % de PV	
	Âne (n=4)	Welsh Poney (n=4)		Âne (n=4)	Welsh Poney (n=4)		Âne (n=4)	Welsh Poney (n=4)
Foin de prairie naturelle, A volonté	80,9	99,1	0,82	22	24	0,92	2,21	2,60
Foin de luzerne, A volonté	100	155	0,65	26,7	38,6	0,69	2,70	3,90
Paille d'avoine, A volonté	59,8	94,7	0,63	16,3	24	0,68	1,61	2,38
Paille d'orge, A volonté	36,8	59,8	0,62	9	15	0,60	1,01	1,57

Ce tableau montre que la matière sèche ingérée par les ânes est toujours inférieure à celle ingérée par les poneys.

A l'inverse, Suhartanto (1993) a montré que la capacité d'ingestion du poney et de l'âne est très proche pour le foin (de 47,8 g/kg de poids vif) et la paille (de 49,8 g/kg de poids vif). Dans cette étude, la consommation de matière organique digestible par kilogramme de poids métabolique est inférieure chez le poney car la digestibilité de la matière organique est plus faible (Suhartanto *et al.*, 1993). L'âne serait donc plus apte à utiliser des fourrages pauvres que les poneys mais cette étude est la seule concluant dans ce sens.

Pour conclure, la capacité d'ingestion de l'âne est supérieure à celle des moutons et des chevaux, surtout pour les fourrages riches en paroi, mais reste inférieure à celle des poneys.

2. LA MASTICATION

La mastication permet une dégradation physique des aliments en réduisant leur taille. Elle se fait en même temps que la préhension et s'accompagne d'une augmentation de la sécrétion de la salive. Chaque kilogramme de foin est mastiqué plus de 2000 fois dans le but de réduire la taille de chaque morceau à 1,6 millimètres. Les concentrés demandent moins de mastications, seulement 1000 à 1500 par kilogramme. Les fourrages de faible qualité comme la paille peuvent nécessiter plus de 2500 mastications par kilogramme (Smith et Wood, 1998).

2.1. Efficacité de la mastication

L'efficacité de la mastication est souvent mesurée par le nombre de mastications par minute nécessaire pour ingérer un kilogramme de matière sèche. Cette mesure est très variable, car elle dépend de l'aliment consommé et de sa teneur en fibres, c'est pourquoi le temps de mastication nécessaire pour ingérer un kilogramme de NDF est un meilleur critère d'efficacité

Une étude a montré que des ânes nourris avec du foin, faisait 54 mastications par minute, pour consommer en moyenne 9 grammes de matière sèche. Il leur faut donc environ 120 (\pm 12) minutes pour manger un kilogramme de matière sèche et 184 (\pm 18) minutes pour un kilogramme de NDF. Par comparaison, une vache passe 200 à 250 minutes pour un kilogramme de NDF, en associant la mastication et la rumination, et un mouton 700 à 1000 minutes. L'âne semble avoir une meilleure efficacité de mastication que les bovins. Si les mesures sont exprimées par rapport au poids vif ou métabolique, l'âne apparaîtra capable de consommer un kilogramme de NDF 2 à 3 fois plus vite que des bovins. Quant aux chevaux, il semble qu'ils soient plus efficaces que les ânes ; il ne leur faut en effet que 60 à 80 minutes pour manger un kilogramme de NDF (Mueller *et al.*, 1998).

2.2. Vitesse de mastication

Dans l'étude de Mueller *et al.*, (1998) la vitesse de mastication varie entre 43 et 62 mouvements par minute, avec une tendance montrant que les ânes les plus petits ont une vitesse de mastication plus lente. Les ânes mangent plus lentement que le cheval, ce qui pourrait être le résultat d'une mastication plus lente, qui refléterait des différences dans la taille des particules obtenues en fin de mastication.

En outre, chez l'âne nourri avec du foin, la vitesse de mastication diminue significativement au bout d'une heure de repas. Il est plausible que la motivation de l'âne à se nourrir diminue.

La teneur en protéines des fourrages n'a pas d'effet sur la vitesse de mastication, ce qui n'est pas surprenant car, chez les ânes qui sont des fermenteurs post-gastriques, la suppression de la digestion microbienne dans le côlon et le caecum, si le taux de protéines brutes est trop faible, est improbable (Mueller *et al.*, 1998).

Après la mastication, le bol alimentaire transite dans tout le tube digestif, où il va être dégradé par deux mécanismes différents, la digestion enzymatique puis la fermentation microbienne.

3. DEGRADATION DES ALIMENTS

Le temps de transit total des aliments est compris entre 24 et 35h chez l'âne. Une première dégradation intestinale est suivie d'une fermentation microbienne au niveau du côlon et du caecum.

3.1. La dégradation enzymatique des aliments

L'estomac est la première poche de stockage des aliments. Les particules alimentaires sont alors recouvertes de suc gastrique. Le suc contient de l'acide chlorhydrique, qui permet de transformer le pepsinogène en pepsine, il y a donc un début de dégradation des protéines. Il existe aussi une fermentation microbienne entre la fin de l'œsophage et l'estomac mais celle-ci est très réduite (Pearson, 2005). De l'ingestion à la sortie du bol alimentaire de l'estomac, il faut entre 1 et 2 heures. Cependant, l'estomac de l'âne est rarement vide et les particules alimentaires peuvent y rester entre 3 et 4 heures. Ce court laps de temps implique que l'âne au travail doit être nourri souvent et en petite quantité, soit 3 à 4 fois par jour pour utiliser au mieux les aliments disponibles.

L'intestin grêle est le site majeur de la digestion. Les particules alimentaires se mélangent avec les enzymes provenant du pancréas, celles produites par la bordure en brosse des entérocytes et avec la bile ; les premières agissent sur les protéines (chymotrypsine), les sucres (amylase pancréatique, carboxypeptidases) et les lipides (lipase). La bile, grâce à ses sels biliaires aide à la digestion des graisses par une émulsification. Les ânes n'ont pas de vésicule biliaire pour stocker la bile, qui passe directement du foie à l'intestin grêle. La digestion de la part non-fibreuse de la ration se fait tout au long de l'intestin grêle et est quasiment complète. A la fin, du glucose, du fructose, du galactose, des acides aminés et des acides gras sont absorbés au niveau de l'intestin grêle avec de l'eau, des vitamines et des minéraux. Le contenu digestif devient plus solide à la sortie de l'intestin grêle en arrivant dans le gros intestin (Pearson, 2005).

3.2. La fermentation microbienne

Le côlon et le caecum sont les lieux des dernières étapes de la digestion, en fournissant un milieu de développement favorable à la croissance de micro-organismes. Ces micro-organismes fermentent la nourriture qui n'est pas encore digérée et absorbée. Certaines bactéries et protozoaires retrouvés dans le caecum et le côlon des ânes sont similaires à ceux retrouvés dans le rumen des ruminants et des buffles. Dans la flore caecale des ânes, des champignons, du genre *Pyromyces* sont aussi retrouvés (Julliard *et al.*, 1997). Les micro-organismes digèrent les glucides pariétaux de la nourriture, comme la cellulose, l'hémicellulose et la lignine des végétaux consommés. Les micro-organismes jouent donc un rôle vital pour l'absorption des nutriments contenus dans la part fibreuse du bol alimentaire. Ils synthétisent en outre les vitamines B et la vitamine K2 nécessaires à l'âne, cependant, on ne sait pas si ces vitamines sont absorbées. A la fin de cette fermentation, il est produit des acides gras volatils tels l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide butyrique, comme ceux produits lors de la fermentation ruminale des ruminants.

La nature des aliments donnés à l'âne déterminent le type et la proportion de micro-organismes trouvés dans le côlon et le caecum. Cela peut prendre deux semaines pour que les micro-organismes s'adaptent à un nouveau régime alimentaire ; il est donc important de faire des transitions alimentaires lentes (Pearson, 2005).

Le digesta passe ensuite dans le rectum. Du méthane est produite par fermentation microbienne et évacué par l'anus.

Après la naissance, un des moyens utilisés par le jeune âne pour obtenir les micro-organismes qui digèrent la cellulose est de manger de l'herbe souillée par les fèces. Certains jeunes vont manger directement les fèces. Ce même comportement chez les adultes est considéré comme anormal (Pearson, 2005).

Une fois avoir présenté les modalités de la digestion, la question se pose alors du temps de transit des aliments dans le tube digestif de l'âne.

4. TEMPS DE TRANSIT GLOBAL DES ALIMENTS DANS LE TUBE DIGESTIF

Le temps de transit global est mesuré en utilisant des marqueurs non digestibles. Il correspond au temps moyen entre l'administration du marqueur et son excrétion fécale. Il représente le temps de passage des aliments dans le tractus digestif. Souvent, deux marqueurs sont utilisés : le chromium-mormanted hay fibre (Cr-fibre), comme marqueur de la phase solide et le Cobalt EDTA (Co-EDTA), comme marqueur de la phase liquide.

4.1. Temps de transit global de l'âne

Tout d'abord, le temps de transit dépend de l'aliment consommé. Le temps de transit global de l'âne est plus élevé quand celui-ci est nourri avec de la paille d'orge plutôt qu'avec du foin de prairie. De plus, le temps de transit global dépend de la quantité de matière sèche ingérée (Pearson et Merritt, 1991).

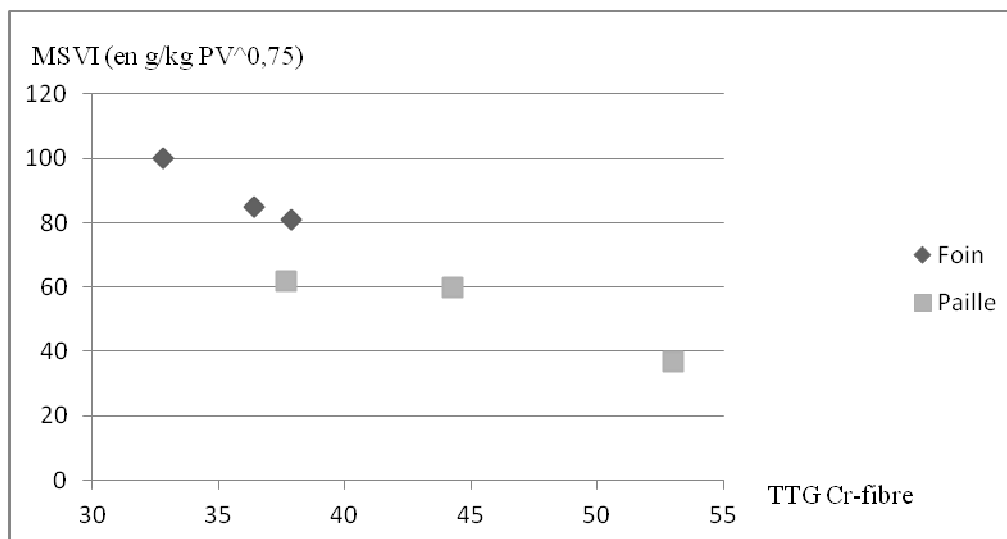


Figure 8 : Evolution du temps de transit global (TTG) en fonction de la matière sèche volontairement ingérée ; ce graphique est basé sur les résultats des études de Pearson *et al.* (1991-2001) et Izraely *et al.* (1989)

Cependant, une autre théorie s'oppose à ces résultats : quand les équidés sont nourris avec des aliments pauvres en énergie donc riches en constituants pariétaux, ils augmentent leur quantité de matière sèche ingérée, mais le temps de transit digestif total augmente à cause de la fermentation microbienne, qui nécessite de l'énergie, produite par la digestion enzymatique (Wood, 2010).

Chez l'âne, le temps de transit de la phase solide et de la phase liquide sont très proches (tableau 8).

Tableau 8 : Comparaison du temps de transit global (TTG) en fonction de la nature du fourrage (d'après différents auteurs)

	MSVI en (g/kgPV ^{0,75})	TTG Cr- fibre (en h)	TTG Co- EDTA (en h)	Référence
Foin de prairie, à volonté	80,9	37,9	36,9	Pearson <i>et al.</i> (1991)
Foin de luzerne, à volonté	85	36,4	Non-mesuré	Izraely <i>et al.</i> (1989)
Foin de luzerne, à volonté	100	32,8	25,3	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Foin de luzerne, 70% de sa consommation à volonté	54,9	39,8	31,3	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Foin de luzerne	40,2	76,7	46	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
66% foin luzerne/33% paille d'avoine	Non-mesuré	55,3	48,6	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
33% foin luzerne/66% paille d'avoine	Non-mesuré	59,2	47,2	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Paille d'orge, à volonté	36,8	53	45,3	Pearson <i>et al.</i> (1991)
Paille de blé, à volonté	62	37,7	Non-mesuré	Izraely <i>et al.</i> (1989)
Paille d'avoine, à volonté	60	44,3	38	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Paille d'avoine, 70% de sa consommation à volonté	52,7	38,3	34	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Paille d'avoine	56,1	53,8	61,8	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)

La restriction de la quantité de fourrage a un impact sur le temps de transit global mais l'effet dépend aussi de la nature du fourrage. Ainsi, un âne nourrit avec du foin de luzerne a un temps de transit global de 32,8 h, alors que si on le restreint en ne lui donnant que 70% de sa consommation de fourrage à volonté, son temps de transit global est de 39,8 h. A l'opposé, si l'âne est nourri de paille d'avoine, son temps de transit diminue avec la restriction avec 38,3 heures contre 44,3 heures, s'il mange à volonté (Pearson *et al.*, 2001).

En outre, l'activité physique ne semble pas à avoir d'influence sur le temps de transit global. Un âne qui pratique une marche de 14 km et une ascension de 260 m de dénivelé cinq jours sur sept a un temps de transit global très proche d'un âne au repos, bien que la matière sèche volontairement ingérée soit plus élevée chez l'âne au travail (Pearson et Merritt, 1991) (tableau 9).

Tableau 9 : Comparaison des temps de transit global (TTG) selon l'activité de l'âne (d'après Pearson et Merritt, 1991)

	Foin de prairie à volonté			Paille d'orge à volonté		
	MSVI en (g/kgPV ^{0,75})	TTG Cr-fibre (en h)	TTG Co-EDTA (en h)	MSVI en (g/kgPV ^{0,75})	TTG Cr-fibre (en h)	TTG Co-EDTA (en h)
Âne à l'entretien	80,9	37,9	36,9	36,8	53	45,3
Âne au travail	87,6	39,1	37,7	37,3	51,5	45,8

4.2. Comparaison avec le temps de transit des autres espèces

Chez l'âne, le temps de transit global de la phase solide ou de la phase liquide est plus long que celui du poney, que le fourrage soit de la paille d'orge ou du foin de luzerne. Par exemple, il est de 53 heures pour la paille d'orge de blé, chez l'âne, contre 34,8h chez le poney pour la phase solide. Tout comme chez l'âne, il n'y a pas de différence significative entre le temps de transit du marqueur de la phase solide et de la phase liquide, chez le poney (tableau 10) (Pearson et Merritt, 1991).

Tableau 10 : Comparaison du temps de transit global de l'âne et du poney (d'après Pearson et Merritt, 1991)

	Âne à l'entretien			Poney Welsh		
	MSVI en (g/kgPV ^{0,75})	TTG Cr-fibre (h)	TTG Co-EDTA (h)	MSVI en (g/kgPV ^{0,75})	TTG Cr-fibre (h)	TTG Co-EDTA (h)
Foin de prairie à volonté	80,9	37,9	36,9	99,1	29,9	31,3
Paille d'orge à volonté	36,8	53	45,3	59,8	34,8	34,1

En outre, une autre différence entre l'âne et le poney est l'effet d'une restriction sur ce temps de transit. Chez le poney, la restriction de foin de luzerne mais aussi de paille d'avoine ont pour conséquence d'augmenter le temps de transit global. Ces différences entre les temps de transit globaux seraient dues à des différences anatomiques et physiologiques qu'il reste encore à déterminer (Pearson *et al.*, 2001).

Comparé à une chèvre du Bédouin, le temps de transit de l'âne est 50% plus court quand il est nourri avec de la paille de blé (Izraely *et al.*, 1989). Ce temps de transit plus court est à mettre en parallèle avec la capacité de l'âne à augmenter sa quantité ingérée si son repas est de mauvaise qualité (NRC, 2007).

5. LA DIGESTIBILITE

5.1. Définition

La digestibilité apparente est la proportion d'un constituant alimentaire ingéré qui disparaît apparemment au cours du transit digestif, soit :

$$da = \frac{\text{quantité ingérée} - \text{quantité excrétée dans les fèces}}{\text{quantité ingérée}}$$

La digestibilité réelle est la proportion d'un constituant alimentaire qui disparaît réellement dans le tube digestif, sachant que les fèces peuvent contenir ce même constituant qui provient de l'organisme ou des microbes qu'il héberge :

$$dr = \frac{\text{quantité ingérée} - (\text{quantité excrétée dans les fèces} - \text{quantité d'origine endogène})}{\text{quantité ingérée}}$$

Le coefficient d'utilisation digestive ou coefficient de digestibilité, exprimé en pourcentage, est le produit de la digestibilité par 100.

5.2. Effet de la nature de l'aliment sur la digestibilité

La digestibilité des différents constituants de la ration est présentée dans le tableau 11, construit à partir des travaux de différents auteurs.

Tableau 11 : Digestibilité de la MS, MO, ADF, NDF, CB et PB dans différents aliments, chez l'âne (d'après différents auteurs)

Aliment	Nombre d'animaux	Poids moyen (kg)	Modalité de distribution	dMS	dMO	dADF	dNDF	dEB	dPB	dCB	Référence
Foin de prairie naturelle	3	280 [±30]	A volonté	0,48	0,52	0,45	0,49			0,46	Ouedraogo (1996)
Foin de prairie naturelle	4	179 [± ?]	A volonté	0,54	0,55	0,47	0,52	0,5	0,49		Pearson et Merritt (1991)
Foin de luzerne	4	174 [± ?]	Couverture des besoins	0,67	0,7	0,5	0,45	0,65	0,74		Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Foin de luzerne	5	120 [±19]	A volonté			0,47	0,54			0,61	Izraely <i>et al.</i> (1989)
Foin de luzerne	3	250 [?]	A volonté	0,63	0,64				0,6		Tisserand <i>et al.</i> (1990)
Foin de luzerne	3	250 [?]	A volonté	0,53	0,55				0,42		Tisserand <i>et al.</i> (1990)
Foin de luzerne	4	189 [± ?]	A volonté	0,63	0,63	0,47	0,47	0,6	0,75		Pearson <i>et al.</i> (2001)
Foin de luzerne/dactyle	3	280 [±30]	A volonté	0,61	0,61	0,47	0,49			0,48	Ouedraogo (1996)
Paille de blé	5	120 [±19]	A volonté			0,42	0,5			0,55	Izraely <i>et al.</i> (1989)
Paille de blé mélassé	3	280 [±30]	A volonté	0,42	0,45	0,46	0,47			0,49	Ouedraogo (1996)
Paille d'avoine	4	189 [± ?]	A volonté	0,5	0,49	0,51	0,51	0,46	0,09		Pearson <i>et al.</i> (2001)
Paille d'avoine	4	174 [± ?]	Couverture des besoins	0,48	0,52	0,44	0,49	0,47	0,10		Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Paille d'orge	4	179 [± ?]	A volonté	0,47	0,48	0,52	0,53	0,4			Pearson et Merritt (1991)
66% foin luzerne/33% paille d'avoine	4	174 [± ?]	Couverture des besoins	0,62	0,64	0,46	0,5	0,59	0,66		Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
33% foin luzerne/66% paille d'avoine	4	174 [± ?]	Couverture des besoins	0,56	0,59	0,42	0,47	0,56	0,57		Cuddeford <i>et al.</i> (1995)

La couverture des besoins énergétiques a été calculée avec l'équation de Pagan et Hintz, 1986 : $ED (MJ/jr) = 4.12 * (0.975 + 0.021 * P)$.

[?] : variation du poids autour de la moyenne inconnue.

Chez l'âne, la digestibilité de la matière sèche est supérieure quand il consomme du foin, par rapport à la paille. Pour le foin, la digestibilité de la matière sèche varie entre 0,48 et 0,67 (de 0,53 à 0,67 pour le foin de luzerne et de 0,48 à 0,54 pour le foin de prairie permanente, respectivement), alors que pour la paille, elle est comprise entre 0,42 et 0,58.

Il en est de même en ce qui concerne la matière organique. La digestibilité de la matière organique est supérieure pour le foin, avec une moyenne de 0,6 [0,52 ; 0,7] contre 0,5 [0,45 ; 0,61] pour le foin. En outre, les digestibilités de l'énergie brute et de la cellulose brute sont aussi plus élevées dans le foin.

En ce qui concerne le NDF, la plupart des études citées précédemment n'observent pas de différence de digestibilité entre le foin et la paille, sauf l'étude de Pearson *et al.* (1991) où la digestibilité du NDF dans la paille est supérieure à celle du foin ($p < 0.05$).

La digestibilité de l'ADF semble beaucoup plus variable dans les différents aliments et l'ordre diffère considérablement selon les auteurs. Elle est plus élevée dans le foin (Cuddeford *et al.*, 1995) ou dans la paille (Pearson et Merritt, 1991) ou enfin il peut n'y avoir aucune différence de digestibilité entre les aliments (Pearson *et al.*, 2001 ; Izraely *et al.*, 1989).

D'autres études seraient nécessaires pour mesurer la digestibilité de l'ADF et du NDF, en fonction des aliments de l'âne pour préciser ces éléments, au vu des différences entre les auteurs.

5.3. Variation de la digestibilité de la matière sèche en fonction de la teneur en NDF et en ADF

Les variations de la digestibilité de la matière sèche, en fonction de la teneur en NDF et de la teneur en ADF sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12 : Digestibilité de la MS, de la teneur en NDF et en ADF de différents aliments donnés à l'âne (d'après différents auteurs)

Aliment	Nombre d'animaux	Poids (kg)	Modalité de distribution	dMS	NDF (g/kgMS)	ADF (g/kgMS)	Référence
Foin de prairie naturelle	3	280 [± 30]	A volonté	0,48	665	384	Ouedraogo (1996)
Foin de prairie naturelle	4	179 [$\pm ?$]	A volonté	0,54	737	435	Pearson <i>et al.</i> (1991)
Foin de luzerne	4	174 [$\pm ?$]	Couverture des besoins	0,67	401	317	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Foin de luzerne	4	189 [$\pm ?$]	A volonté	0,63	443	339	Pearson et Merritt (2001)
Foin de luzerne/ dactyle	3	280 [± 30]	A volonté	0,61	514	352	Ouedraogo (1996)
Paille de blé mélassé	3	280 [± 30]	A volonté	0,42	776	453	Ouedraogo (1996)
Paille d'avoine	4	189 [$\pm ?$]	A volonté	0,5	715	487	Pearson et Merritt (2001)
Paille d'avoine	4	174 [$\pm ?$]	Couverture des besoins	0,48	621	389	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
Paille d'orge	4	179 [$\pm ?$]	A volonté	0,47	886	567	Pearson <i>et al.</i> (1991)
66% foin luzerne/33% paille d'avoine	4	174 [$\pm ?$]	Couverture des besoins	0,62	459	328	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
33% foin luzerne/66% paille d'avoine	4	174 [$\pm ?$]	Couverture des besoins	0,56	523	365	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)

Chez l'âne, la digestibilité de la matière sèche diminue quand la teneur en paroi des aliments augmente (Ouedraogo et Tisserand, 1996) (figures 9 et 10).

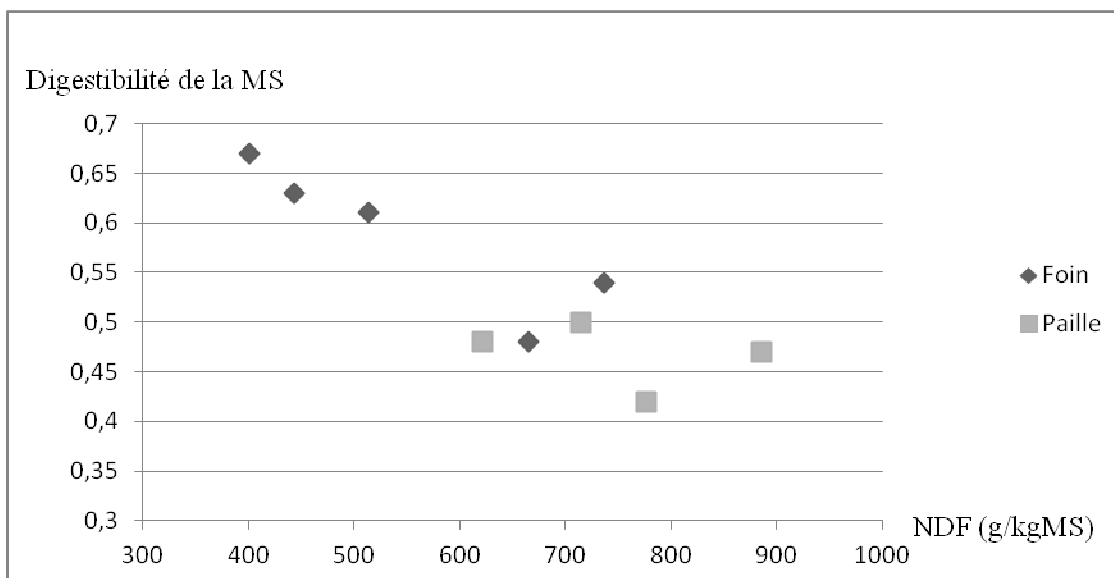


Figure 9 : Représentation graphique de la digestibilité de la MS en fonction de la teneur en NDF dans divers aliments donnés à l'âne, à partir des données présentées dans le tableau 12

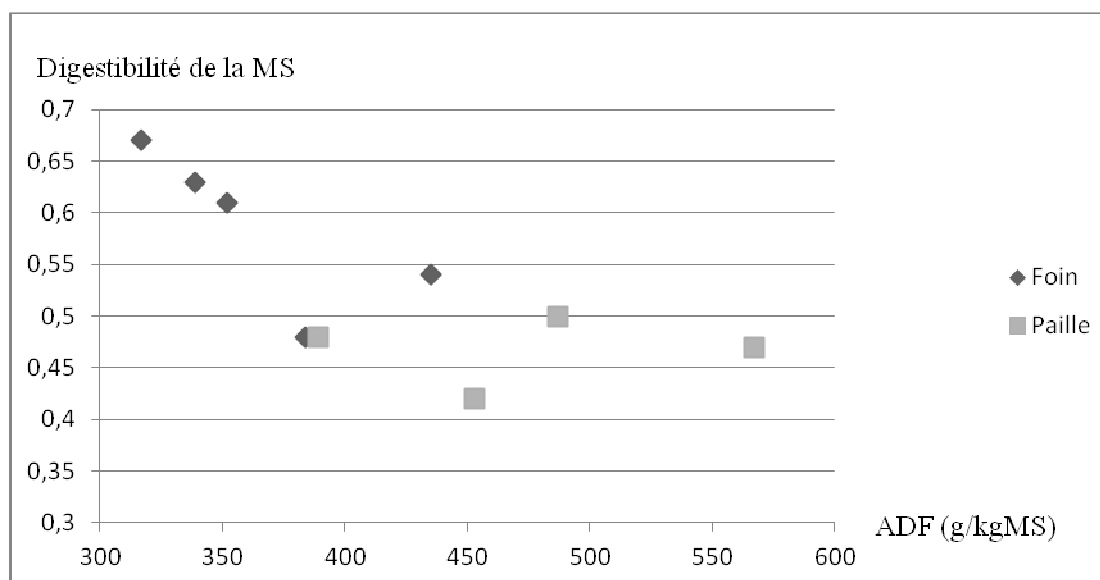


Figure 10 : Représentation graphique de la digestibilité de la MS en fonction de la teneur en ADF dans divers aliments donnés à l'âne, à partir des données présentées dans le tableau 12

La digestibilité de la matière sèche diminue avec la teneur en ADF pour le foin mais cette relation semble plus difficile à observer pour la paille. De nouvelles études seraient nécessaires pour connaître l'impact réel de la quantité d'ADF sur la digestibilité de la matière sèche, au moins avec de la paille.

5.4. Effet de la restriction alimentaire sur la digestibilité des différents composants de la ration

L'effet de la restriction alimentaire sur la digestibilité des différents composants de la ration est présenté dans le tableau 13.

Tableau 13 : Comparaison de la digestibilité de la MS, MO, ADF, NDF, EB et PB quand l'aliment est donné à volonté ou restreint (d'après Pearson et *al.*, 2001)

Aliment	Nombre d'animaux	Poids moyen (kg)		dMS	dMO	dADF	dNDF	dEB	dPB
Foin de luzerne	4	189 [?]	A volonté	0,63	0,63	0,47	0,47	0,6	0,75
Foin de luzerne	4	189 [?]	Restreint à 70% de la MSVI	0,66	0,66	0,5	0,54	0,63	0,81
Paille d'avoine	4	189 [?]	A volonté	0,5	0,49	0,51	0,51	0,46	0,09
Paille d'avoine	4	189 [?]	Restreint à 70% de la MSVI	0,43	0,45	0,46	0,46	0,39	0,1
Effet de la nature du repas				***	***	NS	NS	***	***

[?] : variation du poids inconnu

Effet entre les repas : NS : non significatif ; * différence significative à $p < 0,05$; ** différence significative à $p < 0,01$; *** différence significative à $p < 0,001$

La digestibilité de la matière sèche, du NDF et de l'ADF est plus élevée dans le foin quand il est restreint. Pour la paille, l'inverse est observé (Pearson et *al.*, 2001).

5.5. Effet de l'exercice sur la digestibilité de la ration

L'exercice, une marche de 14 kilomètres avec un dénivelé de 250 mètres, n'a pas d'effet significatif sur la digestibilité des différents constituants dans la paille et le foin (Pearson et Merritt, 1991).

L'aliment et sa composition ont un effet sur la digestibilité de la ration, ainsi que la restriction alimentaire et l'exercice, nous allons comparer maintenant la digestibilité chez les ânes et d'autres espèces.

6. COMPARAISON AVEC LES AUTRES ESPECES

6.1. Comparaison avec la digestibilité chez les ruminants

La comparaison de la digestibilité des aliments chez les ruminants et chez l'âne est présentée dans le tableau 14.

Tableau 14 : Digestibilité comparée de l'âne et du mouton (d'après Ouedraogo et Tisserand, 1996)

Aliment		Poids (kg)	dMS	dMO	dADF	dNDF	dCB	Effet espèce
Foin de prairie naturelle, A volonté	Âne (n=3)	280	0,48	0,52	0,45	0,49	0,46	**
	Mouton (n=6)	80	0,53	0,57	0,54	0,56	0,57	
Foin de luzerne/ dactyle, A volonté	Âne (n=3)	280	0,61	0,61	0,47	0,49	0,48	NS
	Mouton (n=6)	80	0,6	0,6	0,45	0,49	0,45	
Paille de blé mélassé, A volonté	Âne (n=3)	280	0,42	0,45	0,46	0,47	0,49	***
	Mouton (n=6)	80	0,48	0,51	0,55	0,5	0,57	

NS : non significatif ; ** différence significative à $p < 0,01$ entre les deux espèces ; ***différence significative à $p < 0,001$ entre les deux espèces

La digestibilité des différents composants est comparable dans un foin de luzerne et dactyle, chez l'âne et le mouton. Cependant, quand la teneur en paroi des fourrages augmente, (foin de prairie naturelle et paille de blé), la digestibilité des moutons est supérieure à celle des ânes.

Chez le mouton, la digestibilité de la CB, du NDF et de l'ADF augmente avec la teneur en paroi du fourrage. En revanche, chez l'âne et dans cette étude, la digestibilité de ces mêmes constituants pariétaux ne semble pas avoir été influencée par la teneur en paroi du fourrage (Ouedraogo et Tisserand, 1996).

Ces résultats montrent une supériorité des ruminants en ce qui concerne la digestibilité des fourrages par rapport aux équidés. Une moindre activité microbienne dans les réservoirs digestifs des non ruminants est souvent présentée comme un facteur limitant de la digestion des parois des fourrages. Les causes et les modalités des variations de cette activité sont encore très mal connues.

Certains scientifiques pensent qu'une vitesse de transit plus grande du bol alimentaire chez les non-ruminants constitue le premier facteur limitant l'activité microbienne. Pour d'autres, la faible activité microbienne chez les monogastriques herbivores soumis à des régimes pauvres en CB serait plutôt due à des différences de composition ou d'équilibre nutritionnel entre les milieux ruminal et caecal. Chez les ruminants, la totalité de la ration est mise à disposition des micro-organismes du rumen tandis que chez les monogastriques, seule la fraction ayant échappé à la digestion enzymatique intestinale parvient aux micro-organismes du milieu caeco-colique. Certains estiment que l'insuffisance en azote dans le gros intestin des équidés constitue le facteur limitant la cellulolyse du fait d'une dissociation chronologique et topographique entre la digestion précoce et enzymatique des protéines et celle retardée et microbienne des parois végétales. Cependant, d'autres pensent que c'est la disponibilité en énergie qui module l'activité microbienne dans le gros intestin des équidés. L'absence de différence significative de digestibilité entre l'âne et le mouton quand ils sont nourris avec du foin de bonne qualité apparaît comme un argument supplémentaire en faveur de l'existence éventuelle de conditions nutritionnelles différentes entre le rumen et le caecum (Wood, 2010).

6.2. Comparaison avec la digestibilité chez les poneys

Les ânes ont une meilleure digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et de l'ADF que les poneys (Pearson et Merritt, 1991). Les différences de digestibilité s'accroissent avec la qualité du repas (Pearson *et al.*, 2001). La digestibilité de l'énergie de l'âne est plus efficace, ce qui est certainement en lien avec leur capacité de retenir plus longtemps les digesta dans le tube digestif, par rapport aux autres équidés (Cuddeford *et al.*, 1995). En outre, cette meilleure digestibilité serait liée à une plus grande efficacité de la digestion microbienne (Faurie et Tisserand, 1994). L'activité cellulolytique de la flore microbienne caeco-colique des ânes est supérieure de 13% à celle des poneys, quand ils sont nourris avec du foin luzerne-dactyle ou de la paille de blé. De même, dans le caecum, on note une production d'acides gras volatiles, sur 24 heures, supérieure chez l'âne : 45,6- 63,7 mmol/L de contenu caecal, chez l'âne contre 30,9-40,6 mmol/L de contenu caecal, chez le poney. Les concentrations d'acides gras butyrique, isobutyrique, valérique et isovalérique dans le contenu caecal sont supérieurs à celles des poneys. Au contraire, la concentration en acide acétique est comparable entre les deux espèces dans le caecum (Suhartanto *et al.*, 1993 et Tisserand et Suhartanto, 1994). Cette meilleure digestibilité associée une ingestion plus faible chez l'âne par rapport aux poneys, suggère que les deux espèces récupèrent finalement le même apport nutritionnel si le repas est donné à volonté (NRC, 2007). Le tableau 15 compare la digestibilité de l'âne et du poney en fonction de l'aliment distribué.

Tableau 15 : Digestibilité comparée chez l'âne et chez le poney (d'après différents auteurs)

Aliment		Nombre d'animaux	Poids moyen (kg)	dMS	dMO	dADF	dNDF	dEB	dPB	Référence
Foin de prairie naturelle, A volonté	Âne	4	179	0,54	0,55	0,47	0,52	0,5	0,49	Pearson et Merritt (1991)
	Poney	4	211	0,49	0,5	0,4	0,46	0,45	0,45	
Foin de luzerne, Couverture des besoins	Âne	4	174	0,67	0,7	0,5	0,45	0,65	0,74	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
	Poney (Shetland)	4	174	0,59	0,62	0,42	0,43	0,57	0,66	
	Poney (Highland)	4	505	0,68	0,69	0,49	0,43	0,65	0,74	
Foin de luzerne, A volonté	Âne	3	250	0,63	0,64				0,6	Tisserand <i>et al.</i> (1990)
	Poney	3	180	0,58	0,59				0,53	
Foin de luzerne, A volonté	Âne	3	250	0,53	0,55				0,42	Tisserand <i>et al.</i> (1990)
	Poney	3	180	0,51	0,52				0,41	
Foin de luzerne, A volonté	Âne	4	189	0,63	0,63	0,47	0,47	0,6	0,75	Pearson <i>et al.</i> (2001)
	Poney	4	250	0,58	0,58	0,37	0,38	0,54	0,67	
Paille d'avoine, A volonté	Âne	4	189	0,5	0,49	0,51	0,51	0,46	0,09	Pearson <i>et al.</i> (2001)
	Poney	4	250	0,43	0,44	0,46	0,47	0,41		
Paille d'avoine, Couverture des besoins	Âne	4	174	0,48	0,52	0,44	0,49	0,47	0,1	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
	Poney (Shetland)	4	174	0,46	0,51	0,44	0,47	0,47	0,08	
	Poney (Highland)	4	505	0,5	0,51	0,42	0,47	0,47	0,1	
Paille d'orge, A volonté	Âne	4	179	0,47	0,48	0,52	0,53	0,4		Pearson et Merritt (1991)
	Poney	4	211	0,43	0,45	0,46	0,48	0,34		
66% foin luzerne/33% paille d'avoine, Couverture des besoins	Âne	4	174	0,62	0,64	0,46	0,5	0,59	0,66	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
	Poney (Shetland)	4	174	0,52	0,52	0,31	0,33	0,48	0,56	
	Poney (Highland)	4	505	0,58	0,59	0,4	0,42	0,55	0,64	
33% foin luzerne/66% paille d'avoine, Couverture des besoins	Âne	4	174	0,56	0,59	0,42	0,47	0,56	0,57	Cuddeford <i>et al.</i> (1995)
	Poney (Shetland)	4	174	0,54	0,55	0,42	0,46	0,52	0,55	
	Poney (Highland)	4	505	0,55	0,56	0,38	0,41	0,53	0,58	

Dans toutes ces études, les variations des poids ne sont pas connues.

6.3. Comparaison avec la digestibilité chez les chevaux

La digestibilité des différents constituants de la ration, chez le cheval et l'âne, est présentée dans le tableau 16.

Tableau 16 : Comparaison de la digestibilité des différents constituants de la ration, chez le cheval de race pur-sang Anglais et chez l'âne (d'après Cuddeford et *al.*, 1995)

Aliment		Nombre d'animaux	dMS	dMO	dADF	dNDF	dEB	dPB
Foin de luzerne, Couverture des besoins	Âne	4	0,67	0,7	0,5	0,45	0,65	0,74
	Pur sang	4	0,69	0,68	0,47	0,44	0,64	0,77
Paille d'avoine, Couverture des besoins	Âne	4	0,48	0,52	0,44	0,49	0,47	0,1
	Pur sang	4	0,48	0,48	0,37	0,41	0,43	0,1
66% foin luzerne/33% paille d'avoine, Couverture des besoins	Âne	4	0,62	0,64	0,46	0,5	0,59	0,66
	Pur sang	4	0,61	0,6	0,39	0,43	0,57	0,68
33% foin luzerne/66% paille d'avoine, Couverture des besoins	Âne	4	0,56	0,59	0,42	0,47	0,56	0,57
	Pur sang	4	0,56	0,55	0,38	0,44	0,53	0,55
Effet espèce			**	***	**	NS	***	NS

NS : non significatif ; * différence significative à $p < 0,5$ entre les deux espèces ; ** différence significative à $p < 0,01$ entre les deux espèces ; ***différence significative à $p < 0,001$ entre les deux espèces

La digestibilité des ânes semble plus élevée que celle des Pur-sang mais les différences ne sont pas significatives. De nouvelles études seraient nécessaires pour pouvoir affiner cette comparaison.

La physiologie digestive de l'âne se caractérise donc par un temps de transit global long, une capacité d'ingestion élevée et une digestibilité de la matière sèche supérieure à celle des autres équidés. Nous allons voir dans la partie suivante les besoins spécifiques des ânes.

III. LES BESOINS

Dans ce travail, seul les besoins de l'âne à l'entretien et au travail seront présentés. Les besoins en eau, en énergie, en protéines, en lipides, en vitamines et en minéraux seront successivement détaillés.

1. LES BESOINS EN EAU

1.1. Généralités

Les ânes proviennent de régions semi-arides, et sont capables de supporter une déshydratation importante et une réhydratation rapide. Ils sont souvent considérés comme des animaux ayant la capacité de continuer à se nourrir malgré un manque d'apport en eau. Il a été montré qu'après un jeûne alimentaire et hydrique de 72 heures, les ânes vont d'abord manger même s'ils ont un accès à volonté à l'eau. Cette capacité à réguler leur soif serait due à leur aptitude à continuer à sécréter de la salive (Dill *et al.*, 1980). A l'inverse, certains scientifiques suggèrent que cette capacité à supporter une diète hydrique serait liée au fait que l'animal combat la sensation de soif en réduisant ses pertes en eau : l'âne limiterait les pertes d'eau en diminuant sa transpiration et au niveau des fèces en augmentant la réabsorption de sodium intestinal (NRC, 2007). Ainsi, des ânes privés d'eau pendant 72 heures, émettent des fèces contenant 10% d'eau en moins que ceux qui ont un accès à l'eau à volonté (Nengoshama *et al.*, 1999). Il en résulte que les ânes ont des besoins en eau par kilogramme de poids vif plus faibles que les autres espèces animales domestiques (NRC, 2007).

Les ânes sont capables de tolérer une déshydratation équivalente à 30% de leur poids vif. La capacité à se réhydrater est par ailleurs très rapide, l'animal pouvant consommer jusqu'à 20,5 litres d'eau en 2 minutes et entre 24 et 30 litres d'eau en 3 à 5 minutes, sans effet néfaste sur leur santé (Nengomasha *et al.*, 1999).

Cependant, si l'âne peut compenser un manque d'eau sur une courte durée, ses besoins hydriques doivent être couverts sur le long terme.

Sous des climats chauds, les ânes consomment 9% de leur poids vif d'eau par jour ; dans les régions tempérées, cette consommation est de 4-5% de leur poids vif (contre 5-6% dans les mêmes conditions pour les chevaux). Cette différence peut s'expliquer par leur thermorégulation, l'augmentation de la température extérieure entraîne une augmentation des pertes d'eau de l'organisme, qui sont compensées par la consommation d'eau (Mueller *et al.*, 1994a).

1.2. Comparaison des besoins en eau de l'âne par rapport aux autres espèces

Les besoins hydriques sont proches de ceux du cheval (Smith et Wood, 2008). Ces besoins varient, en climat tempéré, entre 3 et 5 litres d'eau par kilogramme de matière sèche ingérée, au repos et à l'effort intense, respectivement ; ou entre 5 et 10,5 litres par jour par 100 kilogramme de poids vif (Martin-Rosset, 1990).

En comparaison, les poneys consomment plus d'eau que les ânes. Dans une étude avec une alimentation avec du foin à volonté, la consommation d'eau des ânes représentent 7,6% de leur poids vif contre 9,7% pour les poneys (Mueller et Houpt, 1991).

2. LES BESOINS ENERGETIQUES

Dans ce paragraphe, nous exposerons quelques définitions (comme les dépenses énergétiques, le métabolisme de base et la thermorégulation). Puis, nous verrons comment calculer les besoins énergétiques des ânes afin de présenter les besoins à l'entretien et en production. Enfin, nous expliqueront les différents facteurs capables de moduler les besoins énergétiques de l'âne à l'entretien.

2.1. Les dépenses énergétiques

Les dépenses énergétiques des animaux doivent être couvertes grâce à l'apport d'énergie chimique contenue dans la matière organique des aliments ingérés. Ces dépenses énergétiques se divisent en plusieurs catégories :

- La dépense énergétique d'entretien inhérente au maintien de la vie et au fonctionnement normal de l'organisme, dans les conditions d'élevage,
- La dépense énergétique de production.

La dépense énergétique d'entretien comprend l'énergie dépensée par le métabolisme de base et l'énergie nécessaire au maintien du poids de l'animal dans les conditions de vie normale (Martin-Rosset, 1990).

2.2. Le besoin en énergie lié au métabolisme de base

Le métabolisme de base est un facteur essentiel pour donner des recommandations sur les besoins énergétique à l'entretien (Kleiber, 1975). Le besoin énergétique lié au métabolisme de base est l'énergie minimale à jeun, dépensée au repos par l'animal, dans sa zone de neutralité thermique. Il correspond à la production thermique minimale enregistrée de l'animal au repos, dans des conditions de neutralité thermique. La dépense énergétique liée au métabolisme de base est incompressible.

Le métabolisme de base augmente moins vite que le poids vif de l'animal ; il est proportionnel à la surface de l'animal et plus précisément au poids vif à la puissance 0,75, c'est-à-dire le poids métabolique (Gadoud *et al.*, 1992).

Le métabolisme de base n'est pas le seul composant des besoins d'entretien : il y a aussi les besoins liés à la thermorégulation, à l'activité physique, à l'ingestion, la digestion....

2.3. La thermorégulation

Les animaux homéothermes maintiennent leur température corporelle dans une fourchette de valeurs très restreinte. Les pertes de chaleur (la thermolyse) et les gains de chaleur (la thermogénèse) varient en fonction des conditions environnementales, afin de maintenir une température stable (Wood, 2010).

La thermolyse correspond à l'ensemble des déperditions d'énergie calorifique. Elle est due à des pertes sensibles par conduction, convection, radiation et à des pertes insensibles par évaporation.

La thermogénèse provient de l'utilisation métabolique des nutriments, de l'activité musculaire, de l'environnement et correspond à la production d'énergie calorifique. La chaleur produite par un animal homéotherme correspond à l'extra-chaleur et à la chaleur d'entretien due au métabolisme de base, à la thermorégulation et à l'activité physique. Lorsqu'un animal ne mange pas, ne dort pas et est au repos dans sa zone de confort thermique, la production de chaleur produite par l'extra-chaleur, la thermorégulation et l'activité physique est minimale. Dans ces conditions, la mesure de la production de chaleur est équivalente à l'énergie produite par les réactions métaboliques : c'est l'énergie du métabolisme (Gadoud *et al.*, 1992).

2.4. Mesure des besoins énergétiques

La détermination des besoins énergétiques d'un animal correspond à la dépense énergétique de l'animal.

Il existe plusieurs modalités pour déterminer les besoins énergétiques : la méthode de mesure de l'énergie digestible et celle de l'énergie nette. L'une ou l'autre de ces méthodes est utilisée dans différents pays.

2.4.1. Méthode utilisant l'énergie digestible

Le système avec l'énergie digestible est utilisé aux Etats-Unis et au Royaume-Uni. L'énergie digestible est obtenue par différence entre l'énergie brute contenue dans l'aliment et l'énergie contenue dans les matières fécales.

L'énergie brute de l'aliment est déterminée par combustion d'un échantillon dans une bombe calorimétrique, par utilisation de la calorimétrie indirecte, ou par estimation à partir de la composition chimique de l'aliment (Drogoul *et al.*, 2004).

Le principe de base de la thermochimie alimentaire est que l'ingesta associé à du dioxygène va donner du dioxyde de carbone, de l'égestat et de l'énergie. Cette énergie se présente sous forme de chaleur qui correspond à la chaleur de la combustion de l'ingesta, c'est-à-dire la chaleur de l'aliment moins la chaleur due à la combustion des égestats (les urines et les fèces). Pour calculer correctement l'énergie digestible, les animaux sont enfermés dans des box, limitant ainsi l'activité quotidienne et réduisant la quantité d'énergie perdue. Pour que l'équation soit correcte, il faut aussi tenir compte que l'aliment peut ne pas couvrir les besoins de l'animal. Ainsi, si l'apport alimentaire est en excès, l'animal va faire des réserves de graisse. Au contraire, si cet apport est en déficit, l'animal va utiliser ses réserves.

Au final, si l'animal garde un poids constant pendant toute la durée de l'expérimentation, il en résulte que ses dépenses énergétiques, donc ses besoins, sont égaux à l'énergie ingérée des aliments moins l'énergie excrétée dans les fèces.

Les limites de ce système est qu'il ne prend pas en compte toute l'énergie perdue par l'animal, dans l'urine, le méthane, ainsi que l'énergie nécessaire à l'animal pour s'alimenter, et l'extra-chaleur. Il en résulte que l'énergie fournie par les fourrages est surestimée quand le système énergie digestible est utilisé (Wood, 2010).

2.4.2. Méthode utilisant l'énergie nette

Le système avec l'énergie nette est utilisé en France et dans certains pays européens. Il a été développé pour passer outre les limites du système utilisant l'énergie digestible.

L'énergie nette est définie comme la partie de l'énergie métabolisable qui contribue à couvrir les dépenses d'entretien et de production. L'autre partie est dissipée sous forme de chaleur, c'est l'extra-chaleur.

L'énergie métabolisable est égale à l'énergie digestible diminué de l'énergie contenue dans les gaz combustibles, notamment le méthane issu des fermentations digestives, et de l'énergie contenue dans les urines. Elle correspond à la quantité d'énergie alimentaire utilisable par les tissus de l'organisme pour faire face aux dépenses énergétiques liées à l'entretien et à la production.

Le système utilisant l'énergie nette se base sur des mesures d'énergie métabolisable et d'énergie digestible provenant d'études utilisant la calorimétrie indirecte (Drogoul *et al.*, 2004).

2.4.2.1. Energie nette, calorimétrie indirecte et thermochimie respiratoire

La calorimétrie indirecte mesure la chaleur produite par l'animal. La thermochimie respiratoire est une méthode permettant de calculer les dépenses énergétiques, grâce à la calorimétrie indirecte. En réalité, l'appareil mesure la chaleur produite à la suite de l'oxydation des substrats énergétiques par le dioxyde de carbone et par l'eau de l'organisme (Wood, 2010 ; Gadoud *et al.*, 1992).

La calorimétrie indirecte permet de mesurer la consommation d'oxygène (VO_2), la production de dioxyde de carbone (VCO_2) et l'excrétion d'azote (N) en mesurant l'azote dans l'urine et de la production de méthane (VCH_4). La production de chaleur peut alors être estimée avec tous les composants cités précédemment ou avec certains composants spécifiques, comme l'oxygène et le dioxyde de carbone.

Aussi, la production de chaleur est estimée avec :

$$\text{Production de chaleur [en kJ]} = (16.2 * \text{VO}_2[\text{en L}]) + (5.1 * \text{VCO}_2[\text{en L}]) - (5.9 * \text{l'azote urinaire}[\text{en g}]) - (2.4 * \text{V CH}_4[\text{en L}])$$

Elle peut être exprimée comme un ratio de la production de dioxyde de carbone sur la consommation d'oxygène, appelée le quotient respiratoire. La valeur de ce quotient dépend des nutriments oxydés au cours du métabolisme (Wood, 2010).

$$\text{Quotient respiratoire} = \frac{\text{VCO}_2}{\text{VO}_2}$$

Une équation simplifiée utilisée et qui est souvent suffisante, est :

$$\text{Production de chaleur[en kJ]} = 20.46 * \text{VO}_2[\text{en L}]$$

Au repos, le VO_2 des ânes, debout sans autre activité, est de 3.4 mL par minute et par kilogramme (Yousef et Dill, 1969), soit 12.24L par jour par kilogramme. Avec l'équation précédente, il en résulte que la production de chaleur est donc de 250 kJ par kilogramme et par jour pour que l'animal reste debout.

2.4.2.2. Energie nette et calorimétrie directe

La calorimétrie directe nécessite que l'animal soit isolé, dans une chambre fermée, avec des réserves en air monitorées et régulées. Les pertes de chaleur par conduction, convection et radiation sont mesurées par les changements de température dans la chambre, alors que les pertes par évaporation sont mesurées par les changements de température et d'humidité entre l'air de la chambre (ou air sortant) et l'air entrant dans la chambre (Yousef, 1985).

L'utilisation de la calorimétrie directe est de moins en moins fréquente depuis le développement des techniques calorimétriques indirectes. Les calorimètres sont chers à fabriquer et à entretenir en comparaison du matériel utilisé dans la technique indirecte. La nécessité de maintenir les animaux dans des chambres fermées limitent les expériences à des animaux facilement attrapables et qui ne stressent pas dans des pièces confinées. De plus, le besoin de maintenir les animaux relativement immobiles et dans un habitat inhabituel, fait que la calorimétrie directe n'est pas utilisable pour mesurer l'énergie nette des animaux au travail.

Les calorimétries directe et indirecte permettent d'estimer les besoins énergétiques de l'animal et notamment ses besoins à l'entretien.

2.5. Les besoins d'entretien

Tout d'abord, nous verrons un récapitulatif des besoins en énergie digestible calculés dans différentes études, ce qui nous amènera à regarder les recommandations faites par les auteurs. Enfin, nous comparerons ces recommandations à celles pour les autres espèces animales.

2.5.1. Les besoins en énergie digestible de l'âne

Les besoins en énergie digestible de l'âne, issus de différentes études, sont présentés dans le tableau 17.

Le NRC (2007) ne donne pas de nouvelles équations pour calculer les besoins énergétiques mais utilise l'équation des besoins du cheval à l'entretien et celle du poney d'Ellis et Laurence (1980).

Tableau 17 : Comparaison de l'énergie digestible ingérée par l'âne dans différentes études avec les recommandations (d'après différents auteurs)

Repas		Poids moyen (kg)	Poids	ED ingérée (kJ/kgPV)	ED ingérée (MJ/animal)	Recommandation (NRC 78) (MJ/jour)	Recommandation (Pagan et Hintz 1986) (MJ/jour)	Recommandation (NRC 89) (MJ/jour)	Référence
Paille d'orge	A volonté	179	↘	79	14,14	31,76	19,50	21,59	Pearson et Merritt (1991)
Paille de blé	A volonté	198	↘	79	15,64	34,26	21,15	23,25	Mueller <i>et al.</i> (1994a)
Foin de prairie naturelle	A volonté	179	↗	238	42,60	31,76	19,50	21,59	Pearson et Merritt (1991)
Foin de luzerne	A volonté	197	→	284	55,95	34,13	21,06	23,17	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Foin de très bonne qualité	A volonté	198	→	215	42,57	34,26	21,15	23,25	Mueller <i>et al.</i> (1994a)
Foin de qualité moyenne	A volonté	198	→	168	33,26	34,26	21,15	23,25	Mueller <i>et al.</i> (1994a)
Foin de mauvaise qualité	A volonté	198	→	138	27,32	34,26	21,15	23,25	Mueller <i>et al.</i> (1994a)
Paille d'avoine	A volonté	189	→	132	24,95	33,08	20,37	22,46	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Foin de luzerne	Couverture des besoins*	174	→	132	22,97	31,09	19,07	21,15	Cuddeford <i>et al.</i> (1995) ¹
Paille d'avoine	Couverture des besoins*	174	→	132	22,97	31,09	19,07	21,15	Cuddeford <i>et al.</i> (1995) ¹
66% foin luzerne/33% paille d'avoine	Couverture des besoins*	174	→	142	24,71	31,09	19,07	21,15	Cuddeford <i>et al.</i> (1995) ¹
33% foin luzerne/66% paille d'avoine	Couverture des besoins*	174	→	123	21,40	31,09	19,07	21,15	Cuddeford <i>et al.</i> (1995) ¹

* Besoins selon les recommandations Pagan et Hintz, 1986 : Energie digestible en (MJ/jour) = 4.12*(0.975+0.021*Poids)

NRC 78 : Energie digestible en (MJ/jour) = 649*Poids^{0.75}/100 ; NRC 89 : Energie digestible en (MJ/jour) = 1.4*0.03*Poids

Les flèches ↗, ↘, ou → indiquent une augmentation, une diminution ou un maintien du poids, respectivement au cours de l'étude.

¹ A priori, dans l'étude de Cuddeford *et al.*, 1995, la quantité de fourrage distribuée a été restreinte en fonction des besoins énergétiques théoriques déterminés par l'équation de Pagan et Hintz, 1986. En fait, la quantité ingérée mesurée a été supérieure à la quantité théoriquement distribuée dans cet article. Nous n'avons aucune explication à cet état de fait.

Dans ces études, les besoins énergétiques d'entretien sont exprimés en énergie digestible et non en énergie nette. Cela s'explique car la plupart des études sont réalisées en Grande-Bretagne, qui utilise le système énergie digestible. Il est impossible de transférer directement ces données en énergie nette, système utilisé en France, car la composition des fourrages utilisés pour l'alimentation n'est pas assez précise. De même, les besoins sont exprimés en kJ, il convient de les passer en kcal, en considérant qu'une calorie est égale à 4,184 J.

De plus, la validité des mesures d'énergie digestible ne sont assurées que dans certaines conditions, notamment un maintien du poids de l'animal, ce qui n'est pas le cas pour les études de Pearson et Merritt (1991) et Mueller *et al.* (1994a) quand les ânes consomment de la paille.

Cependant, le maintien du poids n'est pas la seule condition nécessaire pour que les mesures d'énergie digestible soient valables. Ainsi, le maintien du poids dans l'étude de Pearson *et al.* (2001), avec l'utilisation de la paille d'avoine, serait lié à un remplissage du tractus digestif meilleur qu'avec des fourrages riches en fibres.

Enfin, dans les études restantes du tableau 17 (Mueller *et al.*, 1994a ; Pearson *et al.*, 2001), la durée des expériences est courte, de 21 jours. Les résultats obtenus pourraient être faussés, car il est possible que les ânes ne soient pas capables de réguler leur ingestion d'énergie sur une si courte période par rapport à leur besoins (Pearson *et al.*, 2001.).

Ces études de connaître approximativement l'énergie digestible ingérée par un âne. Il existe donc un manque d'informations sur les besoins d'entretien énergétique spécifique de l'âne.

2.5.2. Les apports recommandés en énergie digestible pour l'âne à l'entretien

Les apports recommandés de l'âne proviennent de deux équations NRC (2007), définies pour le cheval et le poney, respectivement, avec :

- Besoin d'entretien du cheval à l'entretien :

$$\text{Energie digestible [Mcal/ jour]} = 0.975 + 0.021 * \text{Poids de l'animal [kg]}$$

- Besoin d'entretien du poney :

$$\text{Energie digestible [Mcal/jour]} = 465 * \text{Poids de l'animal}^{0.75} / 4184 \quad (\text{Ellis et Laurence, 1980, l'équation originale est en MJ})$$

Toutefois, ces équations semblent surestimer les besoins d'entretien de l'âne. Ainsi, il semble que les recommandations des poneys surestiment les besoins en énergie digestible de 54% en été et 74% en hiver, si les ânes sont nourris avec un mélange paille-foin (Wood *et al.*, 2005).

Taylor (2000) suggère que les recommandations énergétiques de l'âne doivent correspondre à 75% de celles des chevaux par unité de poids vif, mais cela reste surestimé (Wood *et al.*, 2005).

Il en résulte que Wood *et al.* (2005) a défini de nouvelles recommandations avec un besoin en énergie par kilogramme de poids vif compris entre 80 à 95 kJ. Dans les climats tempérés, la valeur la plus haute doit être utilisée en hiver, de décembre à février, quand les besoins des ânes augmentent et la valeur la plus basse pour les mois les plus chauds de l'année (Wood *et al.*, 2005). De ces observations, faites en Angleterre, découlent les recommandations suivantes (Wood, 2010) :

- Du printemps à l'automne

$$\text{Apport recommandé en énergie digestible [MJ/jour]} = 0.32 * P^{0.75}$$

- En hiver

$$\text{Apport recommandé en énergie digestible [MJ/jour]} = 0.43 * P^{0.75}$$

Ces deux équations sont basées sur deux expériences différentes, il n'est donc pas possible de passer de l'une à l'autre des équations.

Ces recommandations sont présentées dans un tableau, afin de limiter les calculs (tableau 18).

Tableau 18 : Besoin en énergie digestible de l'âne en fonction de son poids (d'après Wood, 2010)

Poids de l'âne (kg)	Besoin en énergie digestible (MJ/jour)	Besoin en énergie digestible (Mcal/jour)
150	12-14	2.7-3.3
175	14-17	3.3-4.1
200	16-19	3.8-4.5
225	18-22	4.3-5.2
250	20-24	4.8-5.7

Ces recommandations semblent pertinentes car l'étude a été faite sur une longue période (supérieure à un an), sans perte ni gain de poids de l'animal. Elles ne sont valables que pour des animaux adultes et en bonne santé.

Il est à noter qu'au Maroc, une étude a été réalisée pour définir des équations reliant le poids des ânes et leur besoin d'entretien en énergie digestible, en fonction du sexe de l'animal et de la saison (tableau 19).

Tableau 19 : Modèle de prévision des besoins en énergie digestible en fonction de la saison et du sexe de l'âne (d'après Carretero-Roque, 2005)

Sexe et saison	N	Poids moyen (kg)	Equations définissant les besoins en ED (Mcal/jour)
Mâle, printemps	16	Groupe 1 : 102 ±5 Groupe 2 : 121,5 ±4	0.1678*P-1.7917
Femelle, printemps	16	Groupe 3 : 111,8 ±5 Groupe 4 : 127,6 ±5	Pas de corrélation significative trouvée
Mâle, été	16	Groupe 1 : 102 ±5 Groupe 2 : 121,5 ±4	0.164*P-8.842
Femelle, été	16	Groupe 3 : 111,8 ±5 Groupe 4 : 127,6 ±5	0.1767*P-11.805
Mâle, automne	16	Groupe 1 : 102 ±5 Groupe 2 : 121,5 ±4	0.1847*P-5.0223
Femelle, automne	16	Groupe 3 : 111,8 ±5 Groupe 4 : 127,6 ±5	0.2579*P-18.185
Mâle, hiver	16	Groupe 1 : 102 ±5 Groupe 2 : 121,5 ±4	0.2545*P-14.992
Femelle, hiver	16	Groupe 3 : 111,8 ±5 Groupe 4 : 127,6 ±5	0.2669*P-17.378

Cette méthode traduit que l'âne a des besoins supérieurs en hiver par rapport à l'été, et que les besoins sont différents selon le sexe de l'animal. Néanmoins, les résultats ne peuvent pas être utilisés dans des régions tempérées, car les besoins liés à la thermorégulation sont très différents. Il serait intéressant de faire ce type d'expérimentation en France, pour connaître les besoins énergétiques de l'âne au cours de l'année, et en fonction de son sexe, en étendant cette étude à la mesure de l'impact de la stérilisation sur les besoins énergétiques. Sans ces informations, on considère que le modèle développé par Wood en Angleterre est assez proche des conditions françaises.

2.5.3. Comparaison avec les apports recommandés en énergie digestibles des autres espèces

Les apports recommandés en énergie digestible pour le cheval sont de 126 kJ/ kg de poids vif par jour (NRC, 2007). Les ânes ont donc des besoins d'entretien plus faibles (de 80 kJ et 95 kJ/kg de PV en été et en hiver, respectivement), mais la comparaison reste difficile car le format des animaux est différent et, généralement, les équations utilisées pour le calcul de l'énergie digestible chez le cheval ne sont valables que pour des animaux de plus de 200 kg.

Tableau 20 : Comparaison des besoins en énergie digestible de l'âne et du poney par kilogramme de poids vif et par animal (d'après Pearson et Merritt, 1991 ; Pearson *et al.*, 2001)

Repas		ED (kJ/kgPV/j)	ED (MJ/j/animal)	Références
Paille d'orge	Âne	79	14,14	Pearson et Merritt (1991)
	Poney	114	24,05	Pearson et Merritt (1991)
Foin de prairie naturelle	Âne	238	42,60	Pearson et Merritt (1991)
	Poney	256	54,02	Pearson et Merritt (1991)
Foin de luzerne	Âne	284	55,95	Pearson <i>et al.</i> (2001)
	Poney	373	99,22	Pearson <i>et al.</i> (2001)
Paille d'avoine	Âne	132	24,02	Pearson <i>et al.</i> (2001)
	Poney	158	40,13	Pearson <i>et al.</i> (2001)

A l'inverse, les besoins en énergie digestible du poney et de l'âne semblent plus proches (tableau 20), malgré une capacité d'ingestion de matière sèche très supérieure chez le poney. La meilleure digestibilité (apparente) des composants des fourrages chez l'âne lui permettrait donc de compenser sa faible capacité d'ingestion de fourrage. La stratégie alimentaire du poney pour couvrir ses besoins est de consommer de grandes quantités de matière sèche mais le temps de passage dans le tube digestif est court et la digestibilité apparente des composants des fourrages est faible. Au contraire, l'âne a, un peu comme les ruminants, une meilleure digestibilité (due à un temps de passage des aliments dans le tractus digestif plus lent) qui compense une ingestion plus faible (Pearson *et al.*, 2001).

2.6. Les besoins de production

Plusieurs catégories de besoins en production existent : les besoins liés à la croissance, les besoins en gestation, les besoins en lactation et les besoins au travail.

2.6.1. Les besoins de croissance

L'âne possède son ossature adulte vers l'âge de 2-3 ans. Idéalement jusqu'à cet âge, ses besoins énergétiques correspondent aux besoins d'entretien et de croissance. Cependant, la croissance de l'âne se fait par phases et peut être accélérée ou ralentie. Il faut donc fournir à l'âne assez d'énergie pour lui permettre une croissance normale et une adaptation aux différentes phases de croissance. Attention, l'excès d'apport en énergie par rapport à ces besoins, surtout si les apports protéiques et phospho-calciques ne sont pas respectés, peut provoquer des troubles orthopédiques importants.

Il n'existe pas d'études scientifiques définissant clairement les besoins de croissance de l'ânon. Cependant, en pratique, on a observé que le sevrage de l'ânon peut engendrer des problèmes, notamment en période hivernale où la pâture est peu abondante. Il est conseillé de rajouter des concentrés pour assurer la croissance des tissus.

De même, on considère que le pâturage seul n'est pas suffisant pour couvrir les besoins d'un ânon en croissance (Smith et Wood, 2008).

2.6.2. Les besoins de gestation

Comme précédemment, aucune étude ne définit les besoins de gestation de l'ânesse.

En pratique, il est considéré que les besoins des ânesses en gestation, dus à la croissance du fœtus, excèdent les besoins d'entretien durant les 3 derniers mois de gestation, qui dure de 365 à 376 jours (tableau 21).

Tableau 21 : Variation des besoins en énergie digestible lors de la gestation (d'après Smith et Wood, 2008)

Mois de gestation	9 ^{ème}	10 ^{ème}	11 ^{ème}
Besoins en énergie digestible (kJ/kg/jour) (% d'augmentation/ besoins d'entretien)	88-105,45 (11)	88,8-105,45 (13)	96-114 (20]

2.6.3. Les besoins de lactation

Même si elles reçoivent un supplément en concentrés, les ânesses en lactation perdent généralement du poids pendant les deux premiers mois de lactation ou plus tard autour du sevrage de l'ânon (4 à 6 mois, après la naissance). Leurs besoins énergétiques sont donc plus importants. Pour préparer cette perte de poids, les ânesses en gestation ne doivent pas être maigres, leur alimentation doit leur permettre d'avoir un score corporel entre 3,5 et 4 sur 5 lors de la mise-bas pour qu'elles se retrouvent au minimum à 3 sur 5 au deuxième mois de lactation.

Les ânesses en lactation doivent donc avoir une supplémentation alimentaire pendant les 2 à 3 premiers mois de lactation, pour maintenir un score corporel à 3 (Smith et Wood, 2008). Cependant, aucune étude ne décrit réellement les besoins de l'ânesse en lactation.

2.6.4. Les besoins liés au travail

Par besoin au travail, on entend le coût énergétique lié à la marche mais aussi le surplus énergétique nécessaire pour porter ou pour tirer une charge, chez l'âne.

2.6.4.1. Le coût énergétique de la marche

Le coût énergétique de la marche a été mesuré chez l'âne en utilisant un tapis roulant, et en calculant le VO_2 (tableau 22). Pour calculer l'énergie nette de la marche (EN marche), on utilise l'équation suivante :

$$\text{EN marche [J/m/kg]} = \frac{\text{E utilisée pendant la marche [J]} - \text{E nécessaire pour rester debout [J]}}{\text{Distance [d]} * \text{Poids de l'animal [kg]}}$$

Tableau 22 : Coût énergétique de la marche chez l'âne (d'après différents auteurs)

Ânes	VO_2 [mL/min/kg]	EN liée à la marche [J/m/kg]	Références
2 femelles	6	1,34*	Youself <i>et al.</i> (1972)
2 mâles	/	0,97	Dijkman (1992)
3 mâles castrés et 2 femelles	5	1,02*	Mueller <i>et al.</i> (1994b)
3 mâles	/	1,15	Pearson <i>et al.</i> (1998)

* Valeurs calculées à partir de l'équation $E = 20.46 * VO_2$

Le coût énergétique lié à la marche uniquement est donc d'environ 1 joule par mètre par kilogramme, si l'animal marche sur une surface plane. Ce coût semble identique que l'animal se situe à basse altitude ou à haute altitude (Youself *et al.*, 1972). Cependant, l'âne, lorsqu'il fait des randonnées en zone tempérée ou qu'il recherche sa nourriture dans les zones plus arides, ne rencontre pas uniquement des routes planes. Ce coût énergétique est donc à modifier selon le chemin emprunté.

Le coût énergétique de la marche en fonction de la pente a été étudiée (tableau 23).

Tableau 23 : Coût énergétique de la marche en fonction de la pente de la route (d'après différents auteurs)

Âne (n)	Pente	Vitesse [m/s]	VO ₂ [mL/min/kg]	E nette de la marche [J/m/kg]	Références
2 mâles	- 10%	0.6-1.3	/	0,55	Dijkman (1992)
2 mâles	- 15%	0.6-1.3	/	0,67	Dijkman (1992)
2 femelles	- 2%	/	5	1,02*	Youself <i>et al.</i> (1972)
2 femelles	- 10%	/	4	0,80*	Youself <i>et al.</i> (1972)
2 femelles	- 17%	/	5	1,02*	Youself <i>et al.</i> (1972)
2 femelles	+ 2%	/	11	2,25*	Youself <i>et al.</i> (1972)
2 femelles	+ 10%	/	13	2,66*	Youself <i>et al.</i> (1972)
2 femelles	+ 17%	/	29	5,93*	Youself <i>et al.</i> (1972)

* Valeurs calculées à partir de l'équation $E = 20.46 * VO_2$

+ x % : en montée ; - y % en descente

Dans le cas d'une descente, le coût énergétique de la marche est inférieur à celui d'une marche sur le plat. Cependant, on note qu'au-delà d'une pente à -10%, le coût énergétique augmente à nouveau. Ce phénomène est dû au fait que la pente devient trop abrupte et que l'âne doit réfréner son mouvement pour ne pas tomber (Dijkman, 1972).

Dans le cas d'une pente positive, l'énergie liée à la marche augmente par rapport à une marche sur le plat, ce qui est cohérent car la difficulté de la marche augmente aussi. Néanmoins, les valeurs calculées, dans l'étude de Youself *et al.* (1972) ne sont pas forcément des références : l'auteur ne précise pas la vitesse de la marche et ne montre pas que cette vitesse n'a pas d'effet significatif sur le coût de l'énergie nette de la marche. Au contraire, Dijkman (1992) avait montré qu'une vitesse de marche comprise entre 0,6 et 1,3 mètres par seconde n'a pas d'effet significatif sur les besoins en énergie nette.

Un VO₂ max a été calculée pour l'âne à 110 ml ± 2 par kilogramme, soit 22 fois le VO₂ au repos. Ce VO₂ a été mesurée pour une vitesse maximum de 8,2 mètres par seconde (soit environ 30 km/heure) et une pente de 9,8%. Il en résulte une énergie nette de la marche de 1,98 joules par mètre par kilogramme (Mueller *et al.*, 1994b). Toutefois, il est difficile de savoir si ce VO₂ est réellement maximal car l'âne peut refuser de faire un effort important sur un tapis roulant alors qu'il le ferait dans la nature. En outre, ce résultat est supérieur à celui trouvé précédemment (1 joule par mètre par kilogramme sur le plat), mais peut s'expliquer par la pente utilisée.

En comparaison avec les autres ongulés domestiques, ce coût énergétique de la marche semble faible chez l'âne, mais plus élevé que chez les chameaux. Néanmoins, il est difficile de comparer les animaux entre eux car cela signifierait que le coût énergétique diminuerait lorsque la vitesse de marche augmenterait. La mesure du coût énergétique de la marche des différents animaux n'étant pas réalisée à la même vitesse, un biais est donc présent dans la comparaison.

Il est donc important de noter que la marche rajoute un coût énergétique dont il faut tenir compte lors d'un rationnement. Cependant, l'âne est une espèce où le coût énergétique de la marche reste faible.

2.6.4.2. Le coût énergétique nécessaire pour porter une charge

Les ânes sont généralement utilisés comme animaux de bât que soit dans nos régions, lors de randonnées, ou en zone désertique, où il est utilisé comme moyen de transport. L'énergie nette liée au port d'une charge est calculée avec l'équation suivante :

$$EN \text{ liée à la charge} = \frac{E \text{ nette de la marche avec la charge} - E \text{ nette de la marche à même vitesse}}{\text{Distance [m]} * \text{Poids de la charge portée [kg]}}$$

EN liée à la charge : en J/m/kg de charge portée

E nette de la marche : en J

Seul un auteur a mesuré l'impact du poids de la charge sur l'énergie nette liée à la charge (tableau 24).

Tableau 24 : Evolution du coût énergétique en fonction du poids de la charge (d'après Pearson *et al.*, 1998)

Ânes	Poids de la charge [kg/100kg de poids de l'âne]	E liée à la charge sur du plat [J/m/kg de charge]
3 mâles	13	6.44
3 mâles	20	4.35
3 mâles	27	3.03

L'énergie nette de la marche avec le poids n'est pas précisée dans cette étude.

Cette étude montre que plus le poids de la charge augmente, plus l'énergie nette nécessaire à porter cette charge augmente bien que le coût énergétique par kg de charge diminue. Il en résulte que l'âne possède une grande efficacité pour porter un chargement dont le poids est compris entre 13 et 27 kilogrammes pour 100 kilogrammes de poids vif, car le coût énergétique par unité diminue. Ce coût augmente si le poids est inférieur à 20 kilogrammes. De plus, d'après les observations de Pearson *et al.* (1998), sur de longues distances, des charges d'un poids supérieur à 40 kilogrammes pour 100 kilogrammes de poids vifs représentent un danger pour la santé de l'animal.

En outre, la densité des charges n'a pas d'effet significatif sur le coût énergétique (Pearson *et al.* 1998).

Tout comme précédemment, le coût énergétique nécessaire à porter une charge varie en fonction de la pente de la marche effectuée (tableau 25).

Tableau 25 : Coût énergétique nécessaire pour porter une charge de 10 à 20 kilogrammes en fonction de la pente (d'après Dijkman, 1992)

Ânes	Pente	E liée à la charge [J/m/kg de charge]
2 mâles	0%	1,1
2 mâles	-10%	2,7
2 mâles	-15%	3,3

L'énergie nécessaire pour porter une charge en descente augmente en fonction de la pente. Ces données sont comparables entre-elles, car la vitesse est toujours comprise entre 0,6 et 1,3 mètres par seconde, et qu'il n'y a pas eu d'effet significatif de la vitesse dans cet intervalle.

Cette énergie est plus faible que celle nécessaire aux buffles (3,9 à 4,8 J/m/kg), aux chevaux et aux ruminants mais comparable à celle des chameaux (Dijkman, 1992). Cependant, comme précédemment avec le coût énergétique de la marche, il existe un biais, la vitesse n'étant pas la même pour tous les animaux.

2.6.4.3. Le coût énergétique nécessaire pour tirer une charge

Les ânes ne sont pas uniquement utilisés pour transporter un chargement, ils sont aussi utilisés pour tirer des charges, voire pour labourer. Le coût énergétique du à une charge tirée est défini par l'équation suivante :

$$E \text{ nécessaire pour tirer une charge} = \frac{\text{EN de la marche avec la charge tirée} - \text{EN de la marche à même vitesse}}{\text{Distance [m]} * \text{Poids de la charge portée [kg]}}$$

Avec : E nécessaire pour tirer une charge : en J/m/kg de charge

EN de la marche : en J

Tout comme pour porter une charge, le coût énergétique lié à un chargement tiré dépend de la pente du chemin emprunté (tableau 26).

Tableau 26 : Coût énergétique nécessaire pour tirer une charge de 17% du poids de l'animal en fonction de la pente (d'après Dijkman, 1992)

N	Pente	E nécessaire pour tirer une charge [J/m/kg de charge]
2 mâles	0%	26,5
2 mâles	-10%	15,3
2 mâles	-15%	6,2

Le coût énergétique pour tirer une charge diminue avec la pente, car la descente aide à tirer un poids. L'âne semble avoir une meilleure capacité, en terme de coût énergétique, à tirer une charge que les ruminants domestiques. Cette capacité semble proche de celles des buffles. Les ânes sont donc intéressants sur le plan énergétique, dans les régions arides, pour aider à l'agriculture, ou en région tempérée, attelés à une charrette pour la promenade des gens.

Malgré sa petite taille, l'âne est un animal plus efficace au vu du coût énergétique, que les ruminants et les autres équidés pour porter, 2,6 et 3,3 J/m/kg de charge respectivement, (Lawrence et Shubbards, 1990) et tirer un chargement (Pearson *et al.*, 1996). Les économies énergétiques de la marche associée à une production de chaleur réduite font de l'âne un animal adapté à une vie désertique. Il peut ainsi marcher longtemps pour rechercher de la nourriture et de l'eau avec des pertes de chaleur endogènes réduites (Youself *et al.*, 1972). Dans les régions tempérées, l'âne s'avère donc un animal utile pour le transport de bagages lors de randonnées, car le coût énergétique lié à cette charge n'est pas trop élevé. Toutefois, il ne faut pas oublier que cette charge a un coût énergétique supplémentaire et qu'il faut en tenir compte dans le rationnement.

Pour résumer, les coûts énergétiques liés à la marche sont présentés dans le tableau 27.

Tableau 27 : Coût énergétique de la marche et des charges (d'après Pearson *et al.*, 1998 ; Djikman, 1992)

Coût énergétique de la marche (J/m/kg de PV)			Coût énergétique liée à une charge (J/m/kg de charge) sur du plat	
<i>Plat</i>	<i>Pente : +10%</i>	<i>Pente : -10%</i>	<i>Charge portée de 13 à 27 kg/100 kg d'animal</i>	<i>Charge tirée de 17% du poids de l'animal</i>
<i>≈ 1</i>	<i>2-2,7</i>	<i>0,55-0,8</i>	<i>3.03-6.44</i>	<i>26.5</i>

2.7. Les facteurs de variations des besoins énergétiques

2.7.1. Facteurs liés à l'animal

Les besoins énergétiques de l'âne varient en fonction de son sexe et de son niveau d'activité journalière. Nous avons vu que les besoins énergétiques chez les femelles semblent plus élevés (tableaux 19, 22 et 23). Cependant, à part pour les besoins à l'entretien, les besoins au travail ont été mesurés avec des animaux différents et dans différentes études.

De plus, si le métabolisme de base est assez similaire entre le cheval et l'âne, le coût énergétique de la marche est lui bien moindre chez l'âne. Il en résulte que les besoins énergétiques de l'âne devraient être plus faibles, en fonction de son activité, que chez le cheval (Wood, 2010).

2.7.2. Les facteurs environnementaux

2.7.2.1. Le climat

Les conditions climatiques font varier les demandes énergétiques de l'animal. Dans les environnements froids qui tendent à baisser la chaleur corporelle, le rythme des réactions métaboliques doit augmenter pour maintenir la température corporelle. Le rythme des réactions diminue avec l'augmentation de la température ambiante, jusqu'à ce que la température ambiante atteigne la température critique supérieure où l'animal est capable via l'adaptation de son métabolisme de perdre de la chaleur. Les températures critiques supérieures et inférieures de l'âne ne sont pas connues. Dans ces circonstances, le « rythme métabolique » augmente à cause d'une augmentation des activités entraînant une perte de chaleur par transpiration et par augmentation de la fréquence respiratoire. Donc, selon la région dans laquelle se trouve l'âne, les besoins sont différents.

2.7.2.2. La saison

Comme nous l'avons vu précédemment avec les modèles, les besoins de l'âne sont différents en fonction de la saison. Ces besoins augmentent en hiver dans les régions tempérées où il doit maintenir sa température corporelle. Ces besoins en énergie augmentent d'environ 50% alors que son ingestion ne augmente que de 30% ; il est donc nécessaire de fournir un aliment plus riche en énergie en hiver (Wood, 2010).

3. LES BESOINS PROTEIQUES

Il existe peu d'informations sur les besoins protéiques des ânes, mais il semblerait qu'ils soient capables d'utiliser très efficacement les protéines présentes dans leur nourriture.

On a montré que les ânes nourris avec de la paille de blé, contenant moins de 3% de protéines brutes, pendant une longue période, est resté à un poids stable. On suppose donc que l'âne a une capacité à recycler de l'urée proche de celle des ruminants. Ainsi, l'âne réabsorbe 82% de l'urée filtrée par les reins, quand il est nourri avec de la paille de blé, et respectivement 48% avec du foin de luzerne (Izraely *et al.*, 1989). Par conséquent, cette capacité de recycler l'urée, associée à une forte digestibilité de l'azote, permet aux ânes de survivre avec des fourrages à taux protéique faible.

Il n'existe pas d'étude permettant de définir les réels besoins de l'âne en protéines, mais en pratique, quelques recommandations sont utilisées.

Pearson a préconisé d'utiliser la formule du NRC 1978, pour estimer les besoins en protéines digestibles, pour les ânes dont le poids est compris entre 160 et 190 kilogrammes.

$$\text{Protéine brute digestible (en gramme/jour)} = 2,7 * P^{0.75}$$

Mueller *et al.* (1994a) ont considéré que les besoins protéiques variaient entre 3,8 et 7,4% de la matière sèche du repas. Enfin, Wood *et al.* (2005) suggère que ces besoins sont de 26 grammes pour 100 kg de poids vif.

4. LES BESOINS LIPIDIQUES

L'alimentation donnée aux ânes, dans les régions tempérées, contient souvent peu de lipides. Ils auraient des besoins particuliers en acide linoléique et en acide α -linoléique, mais ceux-ci sont généralement couverts par les fourrages utilisés dans les conditions d'élevage des ânes (Wood, 2008). Aucune étude ne permet de connaître leurs réels besoins lipidiques.

5. LES BESOINS VITAMINIQUES

Les apports recommandés en vitamines sont extrapolés des valeurs utilisés chez le cheval et qu'aucune étude n'a réellement été menée chez l'âne. Des études complémentaires seraient donc intéressantes à mettre en œuvre. Cependant, ces recommandations restent différentes de celles du cheval (tableau 28 et 29).

Tableau 28 : Apports vitaminiques recommandés dans l'alimentation de l'âne (d'après Wood, 2010)

Besoins en vitamines par kg de MS d'aliment	Besoin d'entretien	Ânesse en gestation et lactation	Âne en croissance	Âne au travail
Vitamine A (UI/kg MS)	2000	3000	2000	2000
Vitamine D (UI/kg MS)	300	600	800	300
Vitamine E (UI/kg MS)	50	80	80	80
Thiamine (mg/kg de MS)	3	3	3	5
Riboflavine (mg/kg de MS)	2	2	2	2

Tableau 29 : Apports alimentaires journaliers en vitamines, chez le cheval (500 kg de PV à l'âge adulte) (d'après Martin-Rosset, 2012)

Besoins en vitamines par kg de MS d'aliment	Besoin d'entretien		Jument en gestation et lactation		Cheval en croissance		Cheval au travail	
Vitamine A (UI/kg MS)	3250	>	3250-4200	>	3450-3700	>	3900	>
Vitamine D (UI/kg MS)	400	>	400-640	=	500-600	<	600	>
Vitamine E (UI/kg MS)	50	=	50-80	<	60	<	80	=
Thiamine (mg/kg de MS)	2,5	<	2,5	<	2,5	<	2,5	<
Riboflavine (mg/kg de MS)	4	>	4,2	>	4	>	4	>

< : apport recommandé du cheval inférieur à celui de l'âne

> : apport recommandé du cheval supérieur à celui de l'âne

Les apports recommandés en vitamines l'âne sont donc plus faibles pour les vitamines A, D et B₂ et plus élevées pour la vitamine E et B₁. Cependant, aucune étude n'explique les raisons biologiques de ces différences, seules les carences, plus fréquentes chez l'âne, en vitamine B₁ pourraient expliquer des apports alimentaires plus élevés (Smith et Wood, 2008).

6. LES APPORTS RECOMMANDES EN MINERAUX

Les minéraux sont des micronutriments inorganiques classés en deux groupes : les minéraux majeurs (calcium, phosphore, sodium, chlore, potassium et magnésium) nécessitant des apports journaliers importants (en g par jour), et les minéraux traces (fer, cuivre, zinc, sélénium, iode...) demandant des apports journaliers plus faibles, de l'ordre du mg par jour.

Les apports recommandés journaliers sont présentés dans le tableau 30.

Tableau 30 : Apports alimentaires en minéraux recommandés chez l'âne (d'après Wood, 2010)

Minéral	Besoin d'entretien	Ânesse en gestation	Ânesse en lactation	Ânon en croissance	Âne au travail
Minéraux majeurs (g/kg MS)					
Calcium	3	4,7	7,4	3,8	4
Phosphore	2,1	3,6	4,8	2,8	2,1
Magnésium	1,1	1,1	1,4	1,5	0,5
Potassium	3,3	3,8	6,1	1,6	4,9
Sodium	1	1	1	1	3
Minéraux traces (mg/kg MS)					
Fer	40	50	50	50	40
Manganèse	40	40	40	40	40
Cuivre	10	10	10	10	10
Zinc	40	40	40	40	40
Sélénium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Iode	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Cobalt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Comme précédemment, ces données sont déduites de celles du cheval et des informations provenant directement d'études sur les ânes seraient instructives. En comparaison, les recommandations pour les chevaux sont différentes pour les minéraux majeurs mais très proches pour les minéraux traces (tableau 31).

Tableau 31 : Apports alimentaires en minéraux majeurs recommandés chez le cheval (500 kg de PV)
(d'après Martin-Rosset, 2012)

Minéral (en g/kgMS)	Besoin d'entretien		Jument en gestation		Jument en lactation		Cheval au travail	
Calcium	2,3	<	2,5 - 4,3	<	3 - 4,3	<	2,9	<
Phosphore	1,7	<	1,7 - 3,2	<	2,7 - 3,7	<	1,7	<
Magnésium	0,9	<	0,8 - 1	<	0,7 - 0,9	<	1	>
Potassium	3	<	3,8	=	5 - 6,5	=	3,2	<
Sodium	1,2	>	1,3	>	0,9 - 1,1	>	1,5	>

< : apport recommandé du cheval inférieur à celui de l'âne

> : apport recommandé du cheval supérieur à celui de l'âne

Selon les minéraux, les apports recommandés chez les ânes sont augmentés ou diminués, mais comme précédemment avec les apports recommandés vitaminiques, aucune étude n'a été réalisée spécifiquement sur l'âne. Dans le cas des minéraux traces, les apports recommandés sont identiques sauf pour le fer où les recommandations pour le cheval sont supérieure avec 80-100 mg/kg de matière sèche et le zinc où elle est de 50 mg/kg de matière sèche.

7. LES BESOINS EN FIBRES

Il n'existe aucune étude définissant les besoins chimiques en fibres, il n'y a donc pas de recommandations en CB, NDF, ADF et ADL.

On considère que les ânes, comme les chevaux n'ont pas de besoins physiques en fibres.

Cette partie montre que les besoins énergétiques, protéiques, lipidiques, en vitamines et en minéraux de l'âne sont assez mal connus et que de nombreuses études seraient encore à mener. Il faut comprendre que connaître ces valeurs serait particulièrement intéressant car il existe un grand nombre de maladies liées à l'alimentation et à un non-respect des besoins alimentaires, chez l'âne.

IV. LES RELATIONS ALIMENTATION – MALADIES

L'alimentation a des relations très étroites avec certaines maladies. Tout d'abord, nous développerons les maladies qui entraînent des troubles alimentaires, puis, nous verrons que l'alimentation peut être, elle-même, à l'origine de certains troubles.

1. LES MALADIES ANOREXIANTES AUTRES QUE D'ORIGINE ALIMENTAIRE

Il existe différents types de maladies anorexiantes : les maladies dentaires, les hépatites chroniques et le parasitisme.

1.1. Les troubles dentaires

Les troubles dentaires peuvent être anorexiantes ou engendrer un changement dans le comportement alimentaire. Lorsqu'un âne ne mange plus, il faut d'abord penser à vérifier l'état des dents. Les maladies suivantes sont rarement détectées précocement par les propriétaires car ils observent rarement l'état des dents de leur animal.

1.1.1. Les fractures dentaires

Les fractures peuvent venir d'un traumatisme externe et exposer la pulpe des dents, ce qui peut entraîner une pulpite et une infection de la cavité orale. Chez les ânes, l'exposition de la pulpe s'arrête généralement grâce à la formation de dentine tertiaire avec revitalisation de la dent.

En cas de fracture, la douleur induit une diminution de la prise alimentaire et, généralement, une pousse excessive de la dent opposée qu'il faudra limer. En outre, une antibiothérapie prolongée et une injection de sérum anti-tétanique est nécessaire.

1.1.2. Les surdents

Les surdents sont les troubles dentaires les plus fréquemment rencontrés chez l'âne. Ces pointes apparaissent sur le bord latéral des dents de la mâchoire inférieure et sur le bord médial de la mâchoire supérieure. Elles provoquent des blessures sur la langue et sur la face interne des joues. Lors de la mastication, ces pointes s'enfoncent en effet dans les tissus mous de la cavité buccale.

Les signes cliniques observés sont liés à la douleur provoquée par ces coupures. La mastication est plus lente que la normale. Lors de la prise alimentaire, les bruits de mastication sont renforcés. L'âne peut positionner sa tête de façon anormale et utiliser seulement un des deux côtés pour mastiquer. Le plus souvent, une partie du bol alimentaire tombe de la bouche quand il avale et ce bol peut être visible dans un coin du box de l'animal ou à l'endroit où il se nourrit. L'animal a tendance à passer beaucoup plus de temps à manger et il peut être observé en train de remanger le bol alimentaire, tombé de sa bouche.

Dans les cas les plus extrêmes, on observe une diminution de l'ingestion, qui peut être à l'origine d'une perte de poids. Cependant, la perte de poids n'est pas systématique.

En outre, dans les fèces, il est fréquent de retrouver des fibres longues et des graines entières non-digérées, car l'animal mastique moins la nourriture à cause de la douleur.

1.1.3. La denture en escalier

La denture en escalier est due à une irrégularité d'usure d'une dent. Ainsi, la perte d'une dent provoque une croissance plus rapide de la dent opposée. Cette denture anormale se traduit par l'apparition progressive d'une douleur buccale liée aux blessures dans la joue, d'une halitose et éventuellement d'une perte de poids. La douleur buccale a les mêmes conséquences que lors de l'apparition des surdents, sur la prise alimentaire.

Le traitement consiste soit à enlever la dent opposée, soit à faire des limages réguliers de la dent pour limiter sa pousse excessive et la formation de surdents.

1.1.4. La denture lisse

La denture lisse est une usure excessive des molaires, le plus souvent accompagnée d'une cémentation excessive. Elle est fréquente chez les ânes âgés et les empêche de se nourrir normalement. Au stade terminal, l'animal ne peut manger que de la bouillie.

Finalement, lors d'un amaigrissement ou d'une modification du comportement alimentaire, il faut toujours penser à observer l'état de la denture de l'animal (Dacre *et al.*, 2008 ; Boyer, 2007).

1.2. Hépatite chronique

L'étiologie de l'hépatite chronique n'est pas certaine mais elle est souvent associée à de la cirrhose et de l'hémosidérose. Les signes cliniques observés sont le plus souvent dermatologiques et causés par une photosensibilisation secondaire à l'hépatite.

Les ânes avec des lésions graves du foie sont anorexiques et ataxiques. Il faut donc penser à cette maladie lors de l'amaigrissement d'un âne.

Le traitement est un soutien palliatif de l'animal, qui consiste à adapter son alimentation (sondage si nécessaire) et à le protéger du soleil.

Si l'hépatite chronique, en cas de lésions graves, peut engendrer une perte de poids, la principale cause d'amaigrissement des animaux reste le parasitisme.

1.3. Le parasitisme

Les ânes peuvent héberger les parasites digestifs suivants :

- Les petits strongles (Cyathostomes),
- Les grands strongles (*Strongylus vulgaris*, *Strongylus edentatus*, *Strongylus edentatus*, *Strongylus asini*, *Triodontophorus* spp., *Craterostomun* spp., *Oesophagodontus robustus*),
- Les Ascarides (*Parascaris equorum*),
- Les Strongyloïdes (*Strongyloides westeri*),
- Les Cestodes (*Anoplocephala perfoliata*, *Anoplocephala magna*, *Paranocephala mammilana*).

Tous ces parasites peuvent engendrer différents signes cliniques (tableau 32).

Tableau 32 : Signes cliniques observés chez l'âne en fonction du parasite digestif (d'après Trawford et Mulugeta, 2008)

Parasites	Signes cliniques
Petits Strongles	Anorexie, douleur abdominale, diarrhée sévère, ± hyperlipémie, perte de poids
Grands strongles	Colique, perte de poids, diarrhée
Ascarides	Colique, hépatite, troubles respiratoires, diarrhée
Strongyloïdes	Diarrhée chez les ânon
Cestodes	Coliques

Tous ces parasites peuvent entraîner une perte de poids, même si l'animal continue à manger correctement. Si les infestations sont trop importantes, elles peuvent conduire à la mort.

Le diagnostic se base sur l'historique de l'élevage, par exemple si la pâture a déjà été infestée de tels parasites, si un animal qui maigrit sans aucune autre raison apparente, ou si un programme de vermifugation n'a pas été respecté. Puis, il est important de noter les principaux signes cliniques. Enfin, des examens complémentaires sont nécessaires comme une coprologie et une hématologie. La coprologie permet de rechercher la présence d'œufs ou de larves de parasites. La présence de quelques strongles ne signifie pas forcément que les signes cliniques observés soient liés aux parasites. Au contraire, il est aussi possible de ne pas voir d'œufs ou de larves à la coprologie, même si l'âne est infesté. Il est donc important d'être prudent pour affirmer ou infirmer un diagnostic de parasitose.

Les traitements sont mis en place uniquement si la parasitose est diagnostiquée, pour éviter l'apparition de résistances aux anthelminthiques. Plusieurs molécules sont utilisables selon les parasites responsables des troubles (tableau 33).

Le traitement médical préventif ne se fait que si l'on observe plus de 200 œufs de parasites à la coprologie afin de limiter les risques d'apparition de résistances aux anthelminthiques. Dans le cas où un traitement préventif est nécessaire, les molécules citées dans le tableau 33 sont utilisées.

Tableau 33 : Traitements indiqués dans le cas de parasitose digestive chez l'âne (d'après Trawford et Mulugata, 2008)

Famille	Molécule	Dose	Indication
Lactones macrocycliques	Avermectine	0,2 mg/kg <i>Per os</i>	Ascarides
		Jusqu'à 6 semaines d'âges puis tous les 3 mois jusqu'à un an	Strongyloïdes
	Mylbémécine	0,4 mg/kg <i>Per os</i>	Ascarides
Benzimidazoles	Fenbendazole	30-60 mg/kg <i>Per os</i> ou 7,5 mg/kg <i>Per os</i> pendant 5 jours	Ascarides
	Oxfendazole	10 mg/kg <i>Per os</i>	
	Mebendazole	5-10 mg/kg <i>Per os</i>	
Tetrahydropyrimidines	Pyrantel	19 mg/kg <i>Per os</i>	Ascarides
		38 mg/kg <i>Per os</i>	Cestodes
Pyrazinoisoquinoline	Praziquantel	1 mg/kg <i>Per os</i>	Cestodes

Dans le cas des strongles, les traitements à suivre sont un peu plus compliqués et doivent être souvent associés à un traitement contre l'hyperlipémie, liée au jeûne de l'animal (Trawford et Mulugeta, 2008).

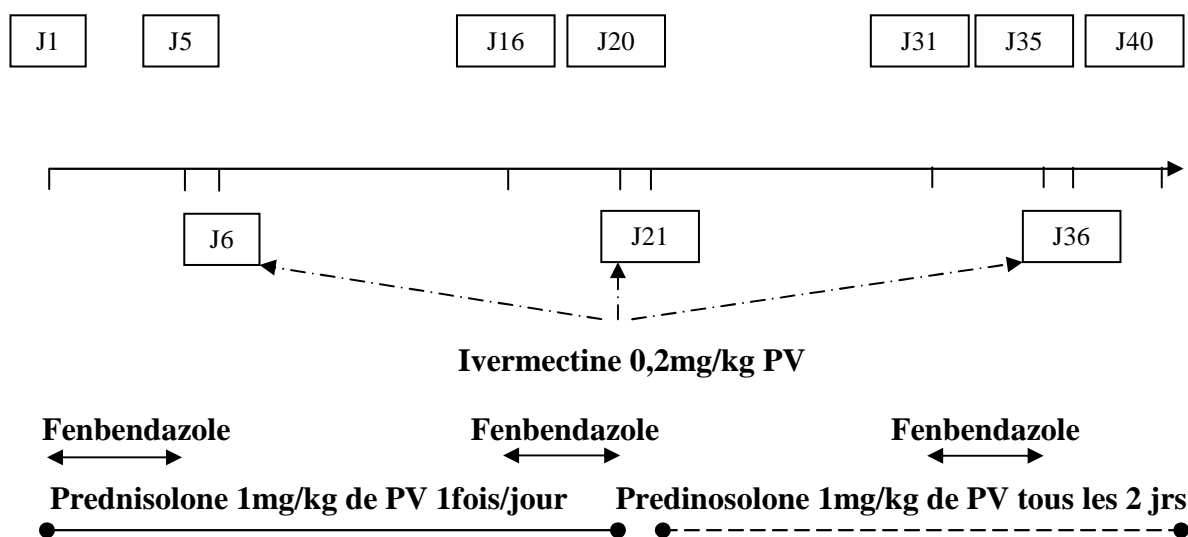


Figure 11 : Traitement des strongles en cas de signes cliniques chez l'âne (d'après Trawford et Mulugeta, 2008)

Le fendendazole se fait à une dose de 7,5mg/kg de Poids vif.

Les autres moyens de lutte consistent à gérer correctement les pâturages. Pour nettoyer une pâture, celle-ci doit rester au minimum 5 mois sans animaux, temps de survie estimé pour les strongles dans le milieu extérieur. Il est nécessaire que les jeunes ânes et les adultes ne pâturent pas dans les mêmes prés, car les premiers ne sont pas immunisés. Il est aussi possible de changer d'espèce animale sur la pâture pour assainir cette dernière ; dans le cas des ânes, il est utile d'utiliser les moutons qui vont ingérer les larves des parasites des équidés, sans présenter de signes cliniques.

Le parasitisme est une cause fréquente d'amaigrissement de l'âne. Néanmoins, il ne faut pas vermifuger à tout-va sans prendre en compte les risques d'apparition de résistance vis-à-vis des antiparasitaires (Trawford et Mulugeta, 2008). Après avoir traité des maladies provoquant une anorexie, nous allons voir que l'alimentation peut favoriser directement l'apparition de troubles.

2. LES MALADIES INDUITES PAR L'ALIMENTATION

Les principales maladies provoquées par l'alimentation sont l'hyperlipémie, la pancréatite, généralement associée à la maladie précédente, les coliques, les fourbures et les carences en vitamines B1, chez l'âne.

2.1. L'hyperlipémie

2.1.1. La physiopathologie

L'hyperlipémie est un désordre métabolique qui apparaît lorsque l'âne mobilise les triglycérides de ses réserves graisseuses en réponse à une balance énergétique négative. Elle est caractérisée par une défaillance multi-organique avec dépôt de lipides dans le foie et les reins. Elle peut être primaire ou secondaire à une autre maladie. Elle survient en période de jeûne prolongé de l'animal. Le taux de mortalité se situe entre 60 et 100%.

Les triglycérides de réserve constituent une source d'énergie utilisable par toutes les cellules et sont stockés dans le tissu adipeux. Ils sont mobilisés en absence de glucose circulant et sont alors hydrolysés. En effet, la lipase hormosensible transforme les triglycérides en acide gras libres, qui sont transportés par le sang et captés par le foie où ils seront utilisés comme précurseurs de la synthèse du glucose via la néoglucogenèse, ou des corps cétoniques via la cétogenèse. L'activité de la lipase hormosensible est régulée par de nombreuses hormones. L'hormone adrénocorticotrope, les corticoïdes, les catécholamines, l'hormone de croissance et l'hormone thyroïdienne la stimulent alors qu'elle est inhibée par l'insuline.

Dans le cas où les réserves lipidiques sont massivement mobilisées, le système de transformation est saturé. Une grande quantité d'acides gras libres circule dans le sang et le foie ne peut plus ni les transformer en énergie ni les stocker. Dans le cas normal, l'effet inhibiteur de l'insuline permet de réguler l'hydrolyse des triglycérides. En cas d'hyperlipémie, les acides gras libres sont alors retransformés par estérification en triglycérides qui circulent dans le sang sous forme de VLDL et s'accumulent dans le foie et les reins. Ces infiltrats peuvent être à l'origine d'insuffisance rénale ou hépatique.

La production de corps cétoniques par le foie de l'âne semble peu efficace, ce qui favorise l'accumulation des acides gras libres dans le sang et donc l'hyperlipémie. De plus, une résistance accrue à l'insuline par rapport aux chevaux, explique la prédisposition des ânes à ce trouble.

2.1.2. Les signes cliniques

Au début, les signes cliniques sont frustrés et passent souvent inaperçus. Un changement de comportement peut être très difficile à percevoir.

La maladie évolue si aucun traitement n'est mis en place. Progressivement, on observe les signes cliniques suivants : un abattement, de la léthargie, un amaigrissement, de l'anorexie, de l'adypsie, de la tachycardie, de la tachypnée. Des signes digestifs sont aussi présents, car le transit est ralenti, cela se traduit par de l'halitose et les fèces sont recouverts de mucus. Les muqueuses sont congestionnées, et le temps de remplissage capillaire peut être diminué. Un œdème ventral associé à une hypoalbuminémie est aussi un signe clinique fréquemment rencontré. En outre, il est possible d'observer des signes comportementaux, dus à une encéphalose hépatique.

Le manque d'appétit est généralement le signe le plus utilisé pour diagnostiquer cette maladie, mais tous ces signes ne sont pas spécifiques et nécessitent des examens complémentaires (une numération formule, une biochimie sanguine dont la triglycéridémie) pour confirmer le diagnostic.

2.1.3. Les facteurs de risque

Les facteurs de risques de l'hyperlipémie sont (Grove, 2008):

- L'obésité : en lien direct avec l'alimentation de l'âne,
- Le stress : comme un transport ou un changement environnemental ou social,
- L'âge : les ânes touchés sont le plus souvent adultes (plus de 10 ans), très rarement de moins de 18 mois, à cause d'une probable baisse de la sensibilité à l'insuline à l'âge adulte,
- Le sexe : les femelles sont plus touchées que les mâles (aucune information n'est disponible concernant l'impact de la castration),
- La fin de la gestation et le début de la lactation : les femelles ont des besoins énergétiques plus importants, ce qui augmente ainsi le risque,
- Une maladie de Cushing : le cortisol est un antagoniste des effets de l'insuline et entraîne une mobilisation rapide des triglycérides,
- La fourbure qui peut être primaire, liée à une résistance à l'insuline, ou secondaire, liée à une diminution de l'appétit,
- Les maladies intercurrentes : qui jouent un rôle dans la balance énergétique négative comme les insuffisances rénales chroniques, les maladies digestives (parasitisme, colique, ulcère gastrique, impactions gastriques et du gros côlon), et hépatiques, des problèmes dentaires, des entérotoxémies ou des tumeurs,
- Une intervention chirurgicale cela est liée au jeûne avant et après la chirurgie, mais aussi au stress et à la douleur.

2.1.4. Le diagnostic

A l'œil nu, le plasma ou le sérum sont lactescents. Même si une simple sédimentation obtenue en laissant le tube décanter suffit à observer le phénomène en quelques heures, le recours à une centrifugation donne une lecture plus rapide.

Il est important de doser les triglycérides pour avoir un diagnostic de certitude.

Triglycéridémie d'un âne sain = 0.2 à 4.3 mmol/L pour un âne adulte 0.7 à 2 mmol/L pour un âne âgé (>20 ans)

Une analyse biochimique et un examen hématologique sont nécessaires pour connaître l'état des reins, du foie de l'animal mais aussi son état de déshydratation et son statut acido-basique.

2.1.5. Le traitement et le pronostic

Le traitement doit être mis en place le plus rapidement possible.

Il consiste en :

- **Traiter la maladie intercurrente** si elle a été mise en évidence,
- **Mettre en place une fluïdo-thérapie**, pour maintenir le volume circulatoire et corriger les équilibres acido-basiques et l'équilibre des électrolytes,

Si la motricité intestinale est conservée, les fluides doivent être administrés par voie naso-gastrique. Une réhydratation efficace se fait avec du glucose (120 grammes) mélangé à trois à cinq litres d'aliments liquides chauds, une à deux fois par jour. Sinon, il est possible d'utiliser une seringue droguese de 50 mL où 100 grammes de glucose sont dissous, à administrer toutes les quatre à douze heures.

Une réhydratation par perfusion intraveineuse est possible, des fluides polyioniques avec des lactates sont recommandés. Il faut donner trois litres de fluide sur 45 à 60 minutes, deux fois par jour.

- **Favoriser la prise alimentaire** avec un apport nutritionnel suffisant, soit par un nourrissage avec de l'herbe fraîche coupée et distribuée à l'âne, soit par une sonde naso-gastrique avec un aliment complet broyé,

- **Normaliser le métabolisme lipidique,**

L'utilisation d'insuline pourrait théoriquement limiter la production de triglycérides. La dose est de 0,1 à 0,3UI par kilogramme. Cependant, les ânes sont le plus souvent résistants à l'insuline et sont souvent en hyperinsulinémie. Ce traitement semble donc peu utile.

En outre, il est possible d'utiliser de l'héparine pour augmenter le taux d'assimilation des triglycérides (100-200 UI par kilogramme par IV). Son effet semble cependant peu bénéfique et l'héparine augmente fortement les risques d'hémorragie de l'animal (Durham, 2006).

- **Instaurer un traitement symptomatique** avec des anti-inflammatoires non stéroïdiens, des analgésiques, des antiacides et des préparations multi-vitaminiques,

Pour les anti-inflammatoires, il est possible d'utiliser la flunixin méglumine au minimum à des doses anti-endotoxémiques, 0,25 mg/kg toutes les six à douze heures. Dans les cas de douleur ou de fièvre, cette molécule doit être utilisée à la dose de 1,1 mg/kg.

Les corticoïdes sont contre-indiqués.

L'utilisation de préparations anti-vitaminiques orales est favorisée, car les injections peuvent être stressantes.

Les traitements antiacides sont mis en place, car des ulcères gastriques ont été mis en évidence en post-mortem chez des ânes hyperlipémiques (Grove, 2008). Du Sucralfate, à la dose de 10 mL *in toto* toutes les huit à douze heures, ou de la Ranitidine, par voie orale à la dose de 2-3 gélules de 300 mg deux fois par jour ou mieux de l'Oméprazole, à 4mg/kg, peuvent être administrés en prévention.

- **Réduire les symptômes de l'encéphalopathie hépatique.**

En fonction de la teneur en triglycérides dans le sang, le traitement devra être adapté et le pronostic sera plus ou moins réservé (tableau 34).

Tableau 34 : Traitement et pronostic de l'hyperlipémie (d'après Grove, 2008)

Concentration plasmatique en Triglycéride (mmol/L)	Traitement	Pronostic
5-8	Encourager la prise alimentaire avec des aliments appétants, pâturage	Bon
8-10	Intubation naso-gastrique	Bon
10-15	Intubation naso-gastrique +/- fluides en IV	Réservé
15-20	Intubation naso-gastrique et fluides en IV	Réservé
>20	Fluidothérapie intensive en IV	Faible

L'intubation naso-gastrique permet de nourrir l'animal avec des aliments préalablement réduit en bouillie.

Le pronostic dépend de l'affection primaire sous-jacente, de la capacité de l'animal à se réalimenter précocement et de la normalisation rapide des triglycérides sanguins.

2.1.6. La prévention

Le traitement à mettre en place est lourd et coûteux, la prévention de cette maladie est donc essentielle. Elle consiste à réduire les facteurs de risque notamment l'obésité. Cette maladie étant directement reliée à l'alimentation, il est important d'informer les propriétaires sur les risques encourus en cas d'obésité. Ils sont les premiers responsables de la prise de poids de leur animal. En outre, il faut aussi limiter les risques comme le stress, le parasitisme intestinal, les maladies dentaires qui sont, en outre, associées à un risque accru d'impaction gastro-intestinale.

L'hyperlipémie est une maladie grave et rarement connue par les propriétaires, elle est souvent associée à une pancréatite.

2.2. La pancréatite

La pancréatite est une maladie rare chez l'âne, dont l'origine est mal connue. Elle semble souvent associée à une hyperlipémie, à une fibrose hépatique ou à une impaction gastrique. Les facteurs de risque d'une pancréatite sont reliés à ces troubles. L'obésité est donc un facteur à prendre en compte.

Les signes cliniques d'une pancréatite aiguë sont une douleur abdominale détectable par pression manuelle à l'arrière du volet costal, du côté gauche. Le plus souvent, l'âne meurt soudainement sans signe clinique et la pancréatite est révélée à l'autopsie. L'examen nécropsique révèle une pancréatite hémorragique nécrosante.

En outre, on observe parfois une augmentation marquée des taux d'amylase sérique et de lipases, révélatrice de l'affection.

Le traitement consiste en une antibiothérapie, une analgésie, une fluïdo-thérapie pour restaurer l'état d'hydratation de l'animal et à favoriser la prise alimentaire (comme vu précédemment).

La prévention est surtout liée au contrôle de l'obésité et des facteurs de risque de l'hyperlipémie (Grove, 2008).

2.3. Les coliques

Les ânes, tout comme les chevaux, sont très sensibles aux douleurs abdominales ou coliques mais les différences physiologiques et comportementales des deux espèces entraînent des variations dans les signes d'appel et dans l'étiologie.

2.3.1. Les causes des coliques chez l'âne

Les coliques sont souvent la conséquence d'un changement dans le rationnement alimentaire, par exemple, un changement brusque d'alimentation, et/ou un excès d'aliment fermentescible.

La plupart des coliques chez les équidés sont difficiles à classifier et sont traitées sans qu'aucune cause spécifique ne soit identifiée mais les causes des coliques chez l'âne sont différentes de celles du cheval.

Chez l'âne, les coliques d'impaction représente 59% des épisodes alors que chez les chevaux, 72% des coliques sont d'origine spasmodique ou inconnue. Ces coliques d'impaction sont souvent reliées à un trouble dentaire. Les fragments alimentaires grossiers, car mal mâchés, forment un bouchon dans le côlon ou le caecum. Chez l'âne, 62% des impactions se situent au niveau de la courbure pelvienne.

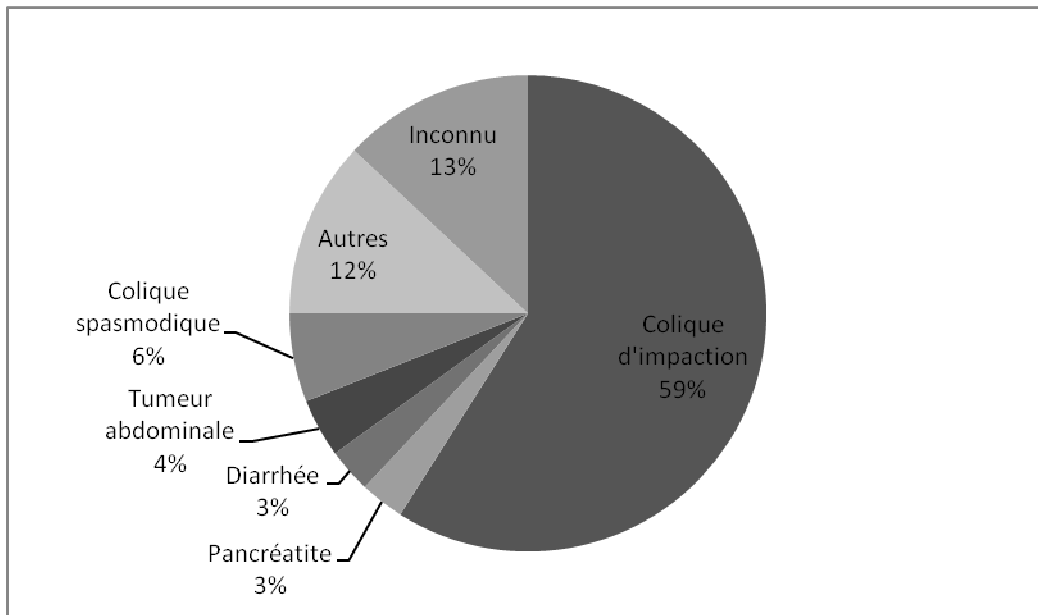


Figure 12 : Les différentes causes de coliques et leur fréquence chez l'âne (d'après Duffield, 2008)

Les « autres » causes de la figure 12 sont les gastro-entérites, les colites de sable, les colites, les ulcérations gastriques, les néphrites, les hépatopathies, les hyperlipémies chroniques, les lipomes pédonculés, les infections du tractus respiratoire inférieur, les péritonites, les fractures, les torsions ou les déplacements intestinaux.

De plus, une brutale réduction de l'activité physique peut entraîner une forte diminution des mouvements intestinaux et donc l'apparition de douleurs abdominales.

Ces nombreuses causes provoquent donc une colique chez l'âne mais on observe aussi une grande variabilité dans les signes cliniques d'appel du propriétaire.

2.3.2. Les signes cliniques

Chez le cheval, **la douleur** est le critère le plus important pour l'évaluation de la présence d'une colique. Ce n'est pas le cas chez l'âne qui exprime peu de signes de douleur. Les coliques ne sont souvent identifiées qu'au stade terminal de la maladie. L'âne peut exprimer de la douleur en restant debout avec la tête baissée, en se couchant en décubitus ou par une modification du comportement. Chez les ânes de petite taille, le ballotement externe et la palpation externe sont parfois utiles pour évaluer une douleur abdominale ou une distension. Dans le cas de colique d'impaction, la douleur est le signe le plus présent, dans 90,1% des cas.

La fréquence cardiaque et le pouls constituent des critères majeurs pour évaluer l'état de l'âne atteint et la sévérité de l'affection. Comme chez le cheval, la douleur n'influe que très peu sur la fréquence cardiaque. Cependant, cette fréquence cardiaque dépend de l'hémoconcentration, de la diminution du retour veineux et de la réponse cardiovasculaire à l'endotoxémie. La fréquence cardiaque normale d'un âne est d'environ 44 battements par minute. Les ânes atteints de coliques à impaction ont une fréquence cardiaque d'environ 60 battements par minute. Les ânes atteints de coliques dues à d'autres causes ont souvent des fréquences cardiaques comprises entre 60 et 100 battements par minute (Duffield, 2008). Ceci serait dû au fait que l'impaction a peu d'effet sur le volume circulatoire. En outre, les ânes supportent, mieux que les chevaux, la déshydratation et l'hypovolémie.

La fréquence respiratoire normale de l'âne est comprise entre 16 et 20 mouvements par minute. Des douleurs abdominales sévères peuvent augmenter la fréquence respiratoire, afin de diminuer l'amplitude des mouvements du diaphragme et du thorax. La pression d'une distension du côlon sur le diaphragme conduit à une augmentation de la fréquence respiratoire.

La température rectale d'un âne est comprise entre 36,2°C et 37,8°C. Une augmentation de cette température doit faire penser à une infection par des Salmonelles ou à une endotoxémie.

La couleur des muqueuses et le temps de remplissage capillaire peuvent être augmentés en cas de déshydratation et/ou d'infection. Des endotoxémies peuvent engendrer une congestion des muqueuses. Attention, les muqueuses chez l'âne sont normalement rose-pâle.

L'auscultation abdominale est très importante. La présence de bruits intestinaux augmentés, comme chez le cheval, peut traduire des coliques spasmodiques. Néanmoins, la plupart du temps, lors de coliques d'impaction, on observe une diminution voire une absence des bruits intestinaux (76% des cas de coliques d'impaction).

L'appétit doit être évalué, chez tout âne, car il peut être le seul signe de douleur abdominale. De plus, un manque d'appétit peut entraîner une hyperlipémie secondairement à la colique.

L'examen rectal doit être réalisé avec beaucoup de précaution au vu de la taille de l'animal. Il nécessite l'utilisation de beaucoup de lubrifiant. La palpation transrectale peut permettre de mettre en évidence des distensions intestinales avec iléus ou obstruction, une impaction du caecum ou du côlon, des tumeurs abdominales, des problèmes de parturition. La quantité et l'aspect des fèces sont aussi très importants. Dans le cas d'impaction, les fèces sont peu nombreuses. En cas d'association de coliques et d'hyperlipémie, les fèces sont sèches et recouvertes de mucus. Une coprologie peut être indiquée pour la recherche de parasites.

2.3.3. Les examens complémentaires à réaliser

Le reflux gastrique doit être analysé avec une sonde nasogastrique de petit diamètre (9 à 11 millimètres). La présence de reflux gastrique de plus de deux litres chez le cheval, et un peu moins chez l'âne, indiquent généralement un trouble primaire localisé dans l'estomac ou l'intestin grêle. Cependant, on peut observer un iléus ou une péritonite, sans reflux gastrique.

L'analyse du fluide péritonéal par abdominocentèse permet d'évaluer la sévérité de la maladie. Le prélèvement se fait comme chez le cheval, mais la présence d'une épaisse couche de graisse intra-abdominale au dessus de la ligne blanche rend le prélèvement plus compliqué à réaliser.

L'examen des dents est à prendre en compte dans l'établissement du pronostic.

Une analyse sanguine est nécessaire pour déterminer si les douleurs abdominales ne sont pas d'origine hépatique, rénale ou pancréatique.

2.3.4. Le traitement

Le choix du traitement dépend des signes cliniques observés. Un traitement chirurgical peut être la seule option dans certains cas de coliques alors que dans d'autres cas, le traitement de première intention est médical. Dans le cas où l'étiologie précise de la colique n'est pas connue, le choix d'une intervention chirurgicale doit être privilégié si on observe une distension intestinale, la présence de fluide péritonéal, l'absence de bruits intestinaux, une obstruction gastro-intestinale proximale avec des reflux gastriques importants et une douleur abdominale sévère.

La durée de l'épisode de colique est aussi importante. Un animal découvert en phase de colique, avec une augmentation du rythme cardiaque, des muqueuses congestionnées, une augmentation de la concentration plasmatique des triglycérides due à une période d'anorexie devient un moins bon candidat à une intervention chirurgicale.

De plus, les problèmes dentaires peuvent contribuer à l'impaction et entraver la reprise de l'alimentation après l'intervention chirurgicale (difficulté d'ingestion de fibres longues). Les problèmes dentaires peuvent contribuer à une récurrence des impactions.

Enfin, l'existence d'une insuffisance rénale ou hépatique, de pancréatite, d'hypoalbuminémie, d'anémie font pencher la balance vers un traitement chirurgical.

2.3.4.1. Traitement général

Le but premier du traitement médical est de soulager la douleur de l'animal, de corriger la déshydratation et de restaurer le transit digestif.

La douleur doit être traitée avec des anti-inflammatoires non stéroïdiens, notamment de la flunixin méglunine, à la dose de 1.1 mg/kg, en IV, IM ou PO, toutes les 12 à 24 heures. Cependant, il faut prendre en compte les risques de toxicité rénale et les problèmes sur la muqueuse intestinale inhérents aux anti-inflammatoires non-stéroïdiens. Ces derniers ont en outre un effet spasmolytique.

La déshydratation doit être corrigée avec une perfusion intraveineuse rapide et équilibrée en électrolytes. La perfusion permet aussi de lutter contre les endotoxémies, en éliminant les toxines présentes par voie urinaire. La voie intraveineuse doit être utilisée en cas de reflux gastrique, d'iléus ou d'obstruction intestinale. Il est possible d'utiliser des fluides hypertoniques sur une courte période, quand la perfusion des tissus est très faible, mais il faut absolument faire suivre l'administration de ces fluides par des solutés isotoniques en grande quantité. Dans les autres cas, la réhydratation peut se faire par voie orale par sonde nasogastrique.

2.3.4.2. L'alimentation

Avant une intervention sur le tractus gastro-intestinal, la prise alimentaire peut être contre-indiquée. Cependant, il est important de restaurer une balance énergétique positive le plus rapidement possible pour limiter les risques d'hyperlipémie.

Dans le cas d'une impaction, il est aussi conseillé de laisser manger l'âne, s'il le souhaite et qu'il a des bruits intestinaux normaux, une petite quantité d'aliment riche en énergie, ceci limiterait alors les risques d'hyperlipémie. En outre, faire faire de l'exercice à cet animal et lui laisser manger de l'herbe fraîche contribuerait à faire passer le bouchon. Les longues fibres présentes dans le foin et la paille doivent être restreintes jusqu'au retour d'un transit normal, puis redistribués progressivement.

2.3.4.3. Traitement spécifique des coliques par impaction

En cas d'impaction détectée rapidement, il faut utiliser un traitement médical conservatif avec des laxatifs oraux, des analgésiques légers et une réhydratation orale ou par voie intraveineuse. Pour les laxatifs, on utilise de l'huile minérale, un à deux litres doivent être administrés par sonde nasogastrique tous les douze à vingt-quatre heures associés avec des réhydratants oraux. Dans le cas d'une impaction du caecum, l'utilisation d'huile est moins efficace que pour lors d'impaction du côlon, car l'huile passe directement de l'iléon dans le côlon, sans passer par le caecum.

Une palpation trans-rectale régulière est nécessaire pour connaître l'évolution de l'impaction.

Dans le cas où le traitement médical n'est pas concluant, une intervention chirurgicale (laparotomie) est nécessaire. Cependant, les ânes qui nécessitent une telle opération, ont souvent des lésions intestinales importantes et leur pronostic vital est faible.

2.3.5. La prévention des coliques chez l'âne

La prévention consiste à limiter les facteurs de risques comme les changements brutaux d'alimentation, surtout sans transition alimentaire, par exemple quand l'âne passe du pâturage à une alimentation au box et inversement et/ou l'excès d'aliments fermentescibles.

Il faut aussi faire des examens réguliers de la dentition.

La diminution de l'exercice pouvant contribuer à l'apparition de coliques, il faut prendre soin des animaux hospitalisés et ne pas les laisser dans leur box tout le temps (Cox *et al.*, 2007 ; Duffield, 2008).

2.4. La fourbure

La fourbure est un trouble assez fréquent chez l'âne mais rarement détecté car les épisodes de fourbure aiguë passent souvent inaperçus dans cette espèce.

2.4.1. Les signes cliniques

La fourbure est une maladie à traiter en urgence, dont les principaux symptômes sont :

- Un refus de déplacement, voire un décubitus,
- Une douleur au niveau de la bande coronaire,
- Un pouls digité marqué,
- Un port de poids sur les talons,
- Une augmentation des fréquences cardiaque et respiratoire, dues à la douleur.

En cas de fourbure, il faut toujours évaluer l'état des quatre pieds.

2.4.2. Les causes

Les causes d'apparition des fourbures chez l'âne semblent très similaires à celles des autres équidés.

Les causes alimentaires sont très importantes comme un pâturage riche en carbohydrates dont en fructanes, une surcharge alimentaire, notamment en céréales, et l'obésité.

Un traumatisme peut aussi être responsable de fourbure, comme un ferrage non approprié, des pieds trop longs, un report de poids dû, par exemple, à une ancienne boiterie ou une plaie sur le membre controlatéral.

Enfin, une maladie systémique comme un syndrome de Cushing ou une toxi-infection (infections causées par l'ingestion d'aliments contaminés par certains agents infectieux ou par leurs toxines) peuvent également engendrer de la fourbure.

2.4.3. Le traitement

Le traitement consiste tout d'abord à éliminer les facteurs prédisposants à l'apparition de fourbures et à traiter la cause si possible.

Puis, l'âne doit être traité avec des analgésiques pour lutter contre la douleur. On utilise de la Phenylbutazone et de l'Acetylpromazine.

La sole des pieds touchés doit être recouverte avec un pansement épais et moelleux. La marche doit être minimisée pour que le pied retrouve un aplomb correct.

Enfin, le pied doit être réexaminé dans les 24 heures ; si l'évolution ne semble pas favorable, des radiographies peuvent être envisagées, pour connaître l'étendue des lésions.

2.4.4. La prévention

La prévention passe par une maîtrise des facteurs de risques, notamment des causes alimentaires. Il est important de limiter la prise de poids de l'animal, ce qui peut se faire en restreignant la surface de la pâture. Il faut aussi limiter la quantité de carbohydrates dans le régime, la quantité de foin de prairie distribuée, et favoriser la distribution de la paille sans affamer l'animal (Crane, 2008).

2.5. Les carences en vitamines B₁

Des carences en vitamines B₁ se traduisent par des signes cliniques neurologiques avec des mouvements circulaires, des troubles oculaires, des tremblements musculaires et une tête penchée.

L'apparition est souvent liée à un repas riche en thiaminase, enzyme détruisant la thiamine ou vitamine B₁. Cette thiaminase se retrouve par exemple dans les fougères et les prêles.

Il n'existe pas d'études relatant des cas cliniques. Cependant, en pratique, on considère que le meilleur moyen d'empêcher une carence en vitamine B₁ est de laisser un libre accès à la pâture à l'âne (Smith et Wood, 2008).

Une mauvaise alimentation peut donc induire de nombreuses maladies, difficilement soignables, notamment l'hyperlipémie et les coliques. La prévention est donc essentielle pour limiter les risques d'apparition de ces maladies. Il est donc intéressant de connaître les pratiques d'élevage en France afin d'adopter les recommandations.

V. PARTIE EXPERIMENTALE : ENQUETE DE TERRAIN CONCERNANT L'ALIMENTATION DES ÂNES DANS LES ELEVAGES FRANÇAIS

1. OBJECTIFS

L'objectif principal de notre travail était de savoir comment étaient nourris les ânes, sur le terrain. Nous avons préféré réaliser cette étude dans les élevages et collecter des informations sur les maladies ayant affectées ces élevages. Pour cela, nous avons réalisé un questionnaire (annexe 1).

La construction du questionnaire s'est faite en plusieurs parties. La première détaille des informations générales sur l'élevage (le nombre d'animaux, le sexe, la race, la taille des ânes). Une seconde partie, très courte, est une enquête sur l'environnement de l'âne, dont son habitat. Une troisième partie est consacrée à l'alimentation de l'âne, avec les fourrages utilisés, la quantité, la pâture, les compléments alimentaires utilisés, les blocs de sel... Enfin, une dernière partie est consacrée à la santé de l'animal pour savoir si l'élevage a rencontré des troubles directement liées à l'alimentation.

Ce questionnaire avait aussi pour but de faire remonter les questions que se posent les gens de terrain afin de déterminer les priorités en matière de recherche sur l'alimentation des ânes en France, car la plupart des études sur la nutrition asine sont menées à l'étranger et souvent difficilement transposables à la France.

2. QUESTIONNAIRE

Le questionnaire a été envoyé à 119 éleveurs d'ânes en France par email, trouvés grâce à des sites internet regroupant les professionnels de l'âne. Un message explicatif était joint au questionnaire et leur laissait de la place pour donner leur avis. Seuls des éleveurs non-producteurs de lait ont été contactés pour répondre à ce questionnaire, car un autre questionnaire a été mise en place pour les éleveurs laitiers dans une autre thèse. Il nous a paru important de ne pas envoyer plusieurs questionnaires aux mêmes éleveurs pour s'assurer d'avoir des réponses.

3. RESULTATS

Seuls 25 questionnaires ont été retournés, soit 21% des questionnaires envoyés.

Tout d'abord, la figure 13 représente la répartition géographique des réponses par rapport à la répartition des questionnaires envoyés.

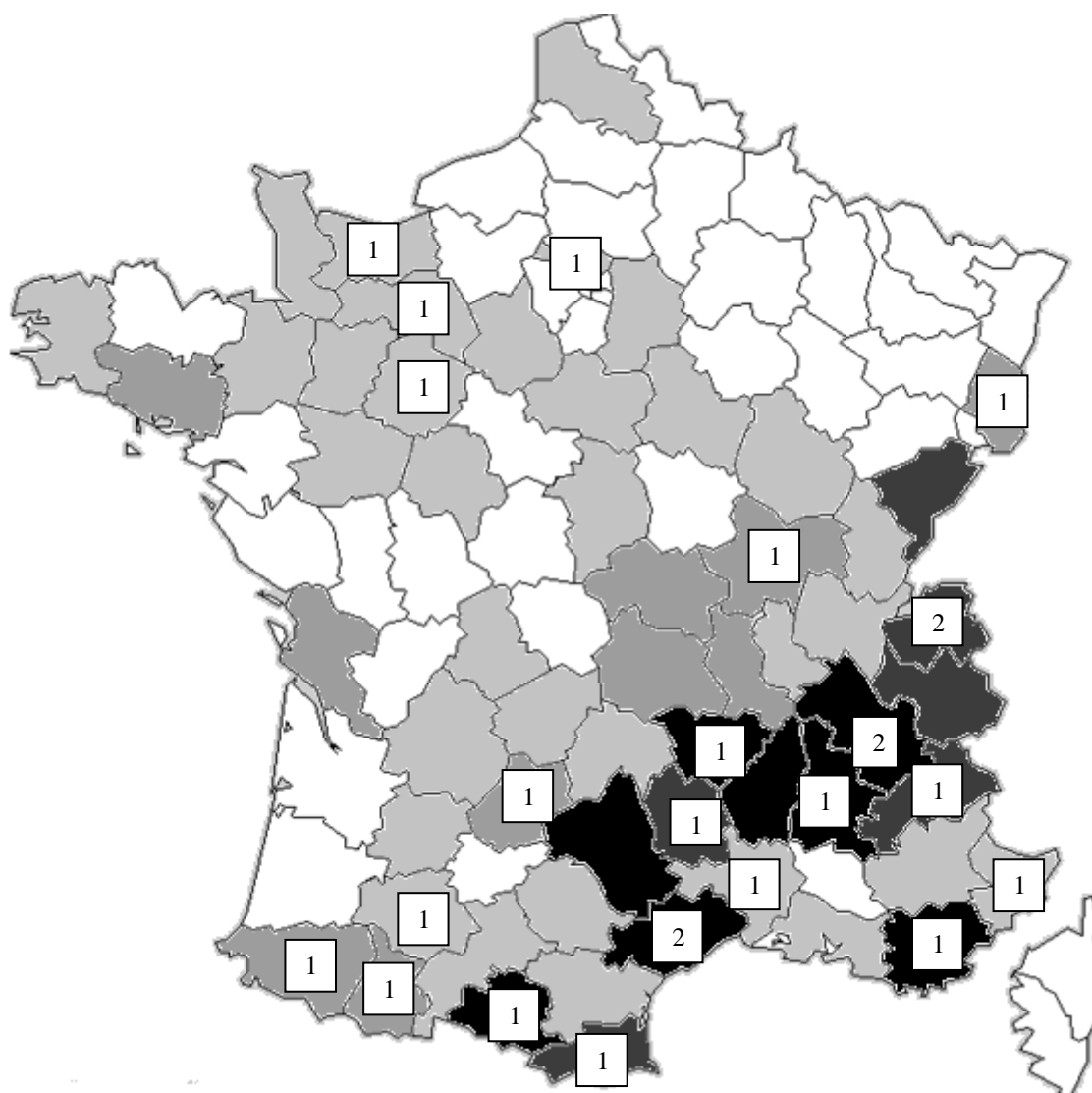
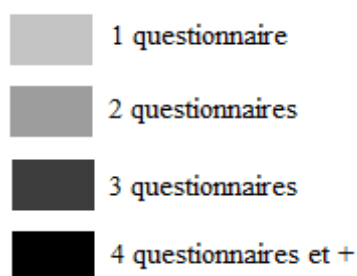


Figure 13 : Répartition géographique des questionnaires envoyés et des réponses

Nombre de questionnaires envoyés par département



Nombres de réponses : 

La plupart des éleveurs d'ânes contactés se situe dans le Sud et le Sud-est de la France, la majorité des réponses obtenues proviennent aussi de ces régions.

3.1. Type de troupeau

80% des éleveurs ayant répondu sont des éleveurs professionnels, les 20% restant sont des associations.

Le nombre moyen d'ânes par élevage est de 16,2 ânes, avec une médiane à 16. Le plus petit éleveur a deux ânes et le plus gros 37. Cinquante pour cent des animaux sont des femelles, 45% des mâles castrés et 5% des mâles entiers. Cette répartition est à peu près identique au nord, au sud et au sud-est de la France.

La plupart des éleveurs ont des ânes d'origine indéterminé et appelé ânes communs. Quatre éleveurs ont des ânes communs et de race. Seulement, 3 éleveurs sur les 25 ont des ânes uniquement de race Cotentin, Gascon ou des Pyrénées.

La taille des ânes est assez variable, entre 80 centimètres et 1,5 mètres au garrot. La question étant globale sur tout le troupeau, il n'est pas possible de calculer une moyenne de la taille, ainsi que la répartition des ânes autour de cette moyenne.

Un seul éleveur a indiqué le périmètre thoracique de ses animaux.

Les ânes sont utilisés à 96% pour faire des randonnées, à 24% pour l'élevage et à 4% pour de l'attelage (les utilisations peuvent être multiples, ce qui explique que la somme des pourcentages dépasse 100%).

3.2. L'habitat

Le logement des ânes est divisé en trois types : 46% des ânes sont dehors sans abri construit, 37,5% sont dehors avec un abri et enfin 16.5% sont en stabulation en permanence. Ces trois types de logement se retrouvent sur toute la France.

Dans la moitié nord de la France, la surface de pâture par âne moyenne est de 0,27 hectare et est assez constante (± 0.01). Au contraire, dans le reste de la France, cette surface est beaucoup plus variable d'un élevage à l'autre, de 0,2 à 2,5 hectares par âne avec une médiane à 0,63.

3.3. L'alimentation

L'alimentation est différente selon les élevages, les différents menus retrouvés, dans les élevages sont :

- La prairie permanente
- La prairie permanente, et du foin de prairie permanente
- La prairie permanente, du foin de prairie permanente, et de la paille
- La prairie permanente, du foin de prairie permanente, de la paille, et des concentrés
- La prairie permanente, du foin de prairie permanente, et des concentrés
- La prairie permanente, et des concentrés
- Le foin de prairie permanente, et de la paille
- Le foin de prairie permanente
- Le méteil (c'est-à-dire un mélange de céréales, avec un mélange de triticale, de pois, et de vesce), prairie naturelle, prairie de dactyles, trèfle blanc féтуque (ce menu sera appelé Méteil par la suite)

Ces régimes sont souvent différents en hiver et en été (tableau 35).

Tableau 35 : Nombre d'élevage utilisant différents régimes alimentaires, répertoriés dans le questionnaire

Régime alimentaire	Nombre d'élevage	
	Hiver	Eté
Prairie permanente uniquement	0	5
Prairie permanente, foin de prairie permanente	9	8
Prairie permanente, foin de prairie permanente, paille	3	3
Prairie permanente, foin de prairie permanente, paille, concentrés	4	1
Prairie permanente, foin de prairie permanente, concentrés	6	5
Prairie permanente, concentrés	0	2
Foin de prairie permanente, paille	1	0
Foin de prairie permanente	1	0
Méteil	1	1

Sur les 25 élevages, 14 élevages (62,5%) changent leur régime alimentaire entre l'hiver et l'été. Le changement principal consiste à enlever le foin de prairie permanente ou la paille du repas au printemps et en été, dans 57% des cas, soit 8 élevages. Une autre possibilité est de rajouter des concentrés en hiver ce qui est fait dans 5 élevages. Enfin, un élevage enlève le foin et les concentrés quand l'été arrive. Ces modifications du régime alimentaire se font sur toute la France, il n'existe pas de région où un type de changement est prépondérant.

Dans 4 élevages, le régime alimentaire est modifié lorsque l'âne travaille, notamment avec un apport en concentrés.

Enfin, les éleveurs ont cité le stade physiologique des ânesses (gestation, lactation), mais aussi l'état de santé de l'animal, comme des éléments induisant des changements de la ration.

3.3.1. Le foin

Le menu de base des ânes est composé majoritairement de foin de prairie permanente et de pâturage sur prairie permanente, avec un apport ou non de concentrés.

Le foin de prairie permanente est utilisé dans 96% des élevages. Un élevage utilise du méteil. Les modalités et la quantité de foin donnée n'est pas la même dans tous les élevages.

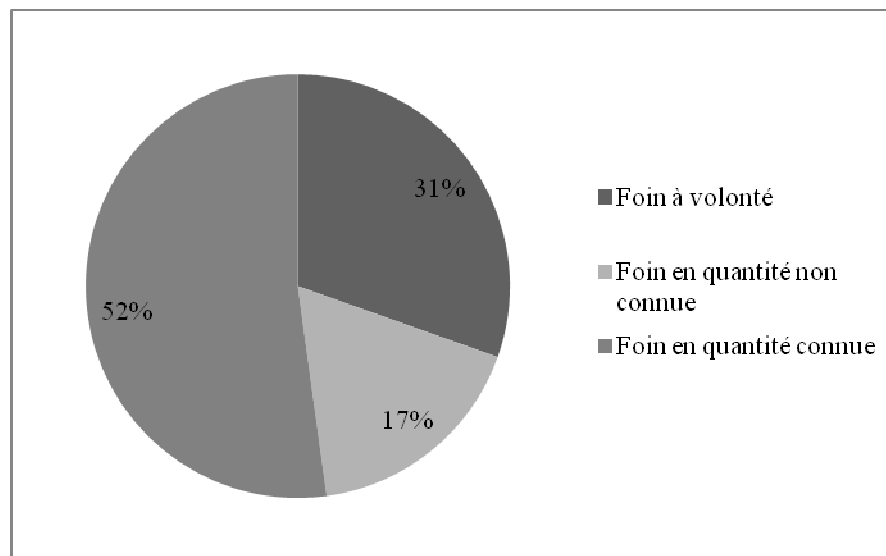


Figure 14 : Fréquence d'utilisation du foin de prairie naturelle distribuées dans les élevages

Quand la quantité de foin est connue, elle varie entre 2 et 6 kilogrammes par animal et par jour.

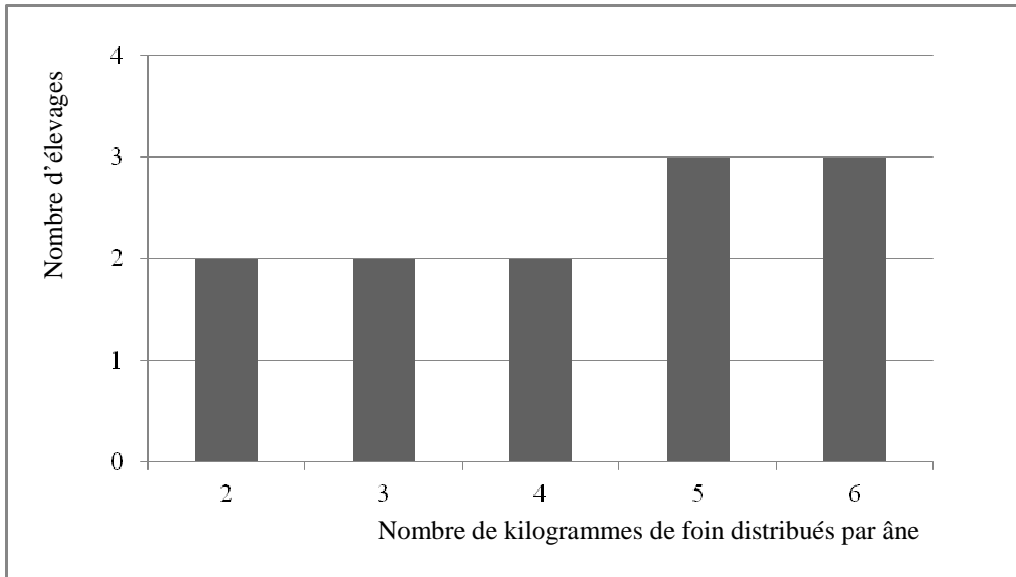


Figure 15: Nombres de kilogrammes de foin distribués par jour, aux ânes (ce schéma se limite aux élevages ayant donné des réponses précises)

La quantité de foin distribuée par jour est indépendante de la surface totale de pâturage laissé en libre accès. Certains élevages donnent beaucoup de foin bien que l'âne ait une surface de pâture importante et, inversement.

Il faut noter que certains éleveurs rajoutent un autre foin à celui du foin de prairie naturelle, un éleveur utilise du foin de luzerne et un autre les refus d'un foin utilisé par des brebis.

3.3.2. Les concentrés et les AMV

Onze élevages utilisent des concentrés. La céréale la plus fréquemment utilisée est l'orge quelle soit seule ou en mélange.

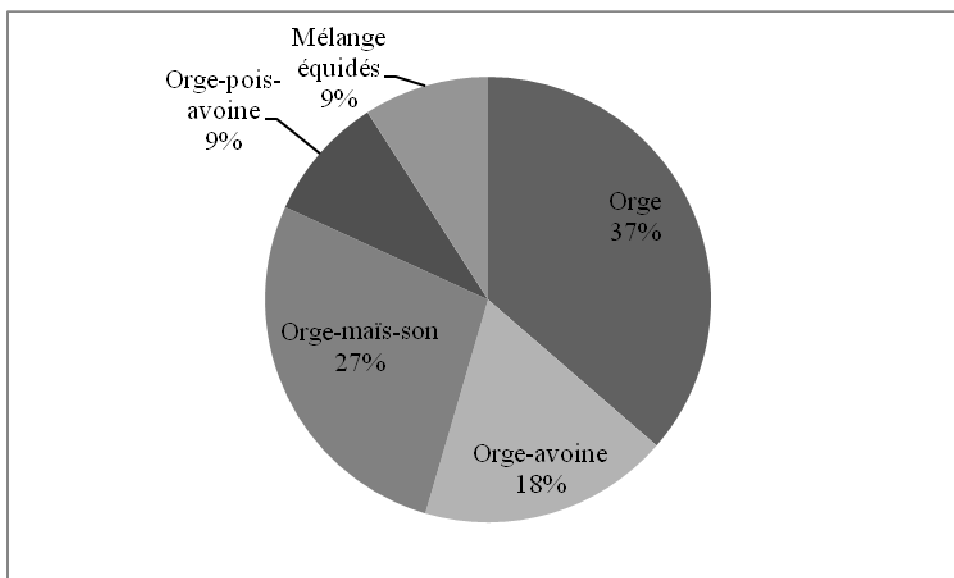


Figure 16: Les types de concentrés utilisés dans les différents élevages

Trois éleveurs utilisent des AMV sur les 25 éleveurs ayant répondu dont un utilisant un AMV cheval. Les 2 autres éleveurs n'ont pas précisés l'AMV utilisé.

3.3.3. Les blocs de sel

Un autre élément de l'alimentation est l'apport de sel. Les éleveurs d'ânes utilisent soit des blocs de sel blanc (13 élevages), soit du sel marin (4 élevages), ou ne précisent pas lequel est utilisé (7 élevages). Un seul élevage ne complémente pas les rations en sel.

Cet apport peut se faire à volonté, dans 67 % des cas soit 9 élevages, ou de façon contrôlée.

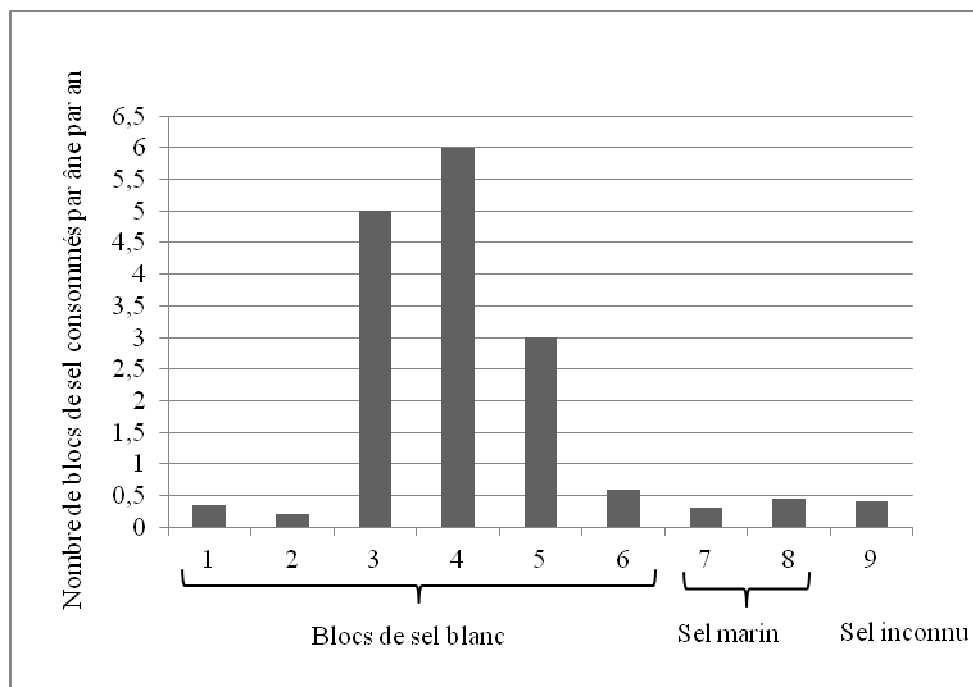


Figure 17: Nombre de blocs de sel utilisés par âne et par an quand il est distribué à volonté

Les élevages sont numérotés de 1 à 9, les élevages 1 à 6 utilisent du sel blanc, les élevages 7-8 du sel marin et l'élevage 9 un sel dont l'origine n'est pas connue.

La quantité de sel mangé par un âne quand il est distribué à volonté au cours d'une année est très variable d'un élevage à l'autre. Si le sel n'est pas laissé à volonté, c'est-à-dire que l'ânier régule le nombre de bloc donné, la quantité de bloc mangé par âne et par an varie entre 0,43 et 1,75. Ces valeurs peuvent être supérieures à celle observées chez les ânes qui en mangent à volonté (figure 17).

3.4. L'estimation du poids

L'estimation visuelle reste le principal outil de l'appréciation du poids chez les éleveurs d'ânes. Seulement 3 éleveurs sur les 25 pratiquent des mesures du périmètre thoracique pour estimer le poids des ânes. Aucun des 25 élevages ne pèse leurs ânes.

Aucun éleveur ne considère ses ânes maigres, 20% des éleveurs, soit 5 élevages, considèrent que leurs ânes sont gros et 80% trouvent que leurs ânes ont un poids optimal.

3.5. La santé

Les éleveurs d'ânes vermifugent leurs animaux, en moyenne 1,7 fois par an (± 0.9). 4 éleveurs sur les 25 préfèrent ne pas traiter systématiquement et ne traitent qu'en présence de vers visibles dans les fèces. Enfin, un élevage utilise exclusivement des huiles essentielles comme traitement des parasitoses internes.

Les troubles de santé rencontrés le plus souvent sont des problèmes de sabot (7 élevages). Sur ces 7 élevages, 3 éleveurs considèrent leurs ânes gros et 5 éleveurs donnent des concentrés à leurs ânes. Enfin, un éleveur a des problèmes de coliques et de fourbure, mais estime que ses animaux ont un état corporel normal.

4. DISCUSSION

4.1. Le questionnaire

Certaines questions, avec le recul, ne semblent pas assez précises. Par exemple, quand il est demandé la surface des prés, il aurait fallu séparer la surface totale des prés et la surface disponible pour le pâturage. Cette question aurait dû se situer avec celle sur les espèces végétales présentes dans la pâture pour connaître réellement la surface de pâture disponible par âne et par an.

En ce qui concerne les changements de ration, il y a eu de nombreux quiproquos avec les éleveurs. Certains ont cité tous les aliments utilisés lors de l'année, puis expliqué les facteurs de changements de la ration sans expliquer réellement quels aliments étaient utilisés dans chaque ration. La question devenait alors inexploitable, car il n'était pas clairement précisé les aliments présents dans chaque ration. Il aurait été préférable dans le questionnaire de faire une question préalable sur les changements, puis de permettre aux éleveurs de donner la ration d'hiver et la ration d'été. Enfin, une question supplémentaire sur les autres facteurs de modification de la ration aurait dû être rajoutée, comme « modifiez vous la ration en cas de travail, si oui comment ? » et « dans quels autres cas modifiez-vous cette ration ? ». Il semble que, de cette façon, les éleveurs auraient mieux compris le sens de la question originale.

Il aurait été aussi intéressant de savoir quels vermifuges ou vermicides utilisaient les âniers, pour savoir s'ils utilisaient des molécules à spectre large ou étroit, s'ils utilisaient des molécules différentes au cours de l'année et dans quel ordre. Ainsi, des informations supplémentaires sur le risque de résistance des vers auraient pu être mises en évidence. Enfin, on aurait pu demander qui (le vétérinaire ?, l'éleveur lui-même) avait mis en place le traitement.

Enfin, il aurait été intéressant de savoir si les éleveurs connaissent les impacts de l'alimentation sur l'âne, sur sa santé, par exemple sur les risques sanitaires liés à l'obésité.

4.2. Les remarques des éleveurs

Certains éleveurs ont mis en évidence le problème du contact avec le public dans les relations entre le poids de leurs ânes et leur alimentation. Ainsi, ils reconnaissent que leurs animaux ne sont pas à leur poids idéal mais le respect des recommandations impliquent qu'ils se justifient souvent du public et des associations défendant les droits des animaux.

Les membres de ces associations pensent souvent qu'un âne à son poids idéal est trop maigre et associent donc cela à de la maltraitance. Les éleveurs soulignent l'importance de sensibiliser le public aux risques liés à l'obésité chez l'âne, que le risque pour leur santé est plus important que celui lié à la sous-nutrition.

Plusieurs âniers ont rapporté l'importance de la région d'élevage sur les modalités de l'alimentation.

Finalement, beaucoup d'âniers reprochent aux vétérinaires de n'avoir que peu ou pas de connaissances sur les ânes et de les soigner comme des chevaux. Cette remarque est fondée mais il faut aussi la relier au fait qu'il n'existe que peu d'informations sur l'espèce asine, que ce soit sur l'alimentation mais aussi sur les troubles spécifiques à l'espèce.

4.3. Les réponses apportées dans les questionnaires

4.3.1. La pâture

La différence de surface de pâture par âne peut s'expliquer par de nombreuses raisons. Dans certaines régions, comme les régions montagneuses, les ressources alimentaires sont plus faibles, il faut donc augmenter le nombre d'hectare par âne. De plus, il existe des élevages avec une double exploitation où les ânes passent après un troupeau de brebis. Certains éleveurs utilisent des parcours sans ressources alimentaires qui permettent à l'animal de se dépenser physiquement, la surface totale disponible est donc augmentée mais pas celle des pâtures.

4.3.2. L'alimentation

Plus de la moitié des élevages changent leur régime alimentaire au cours de l'année. Il est nécessaire d'adapter le régime alimentaire de l'âne en fonction des saisons, car l'herbe est moins présente en hiver, et de qualité nutritive plus faible. Il faut aussi compenser l'énergie non trouvée dans la pâture, par du foin ou de la paille. Le rajout de concentrés risque d'engendrer un trop plein d'énergie et donc de favoriser la prise de poids de l'animal. Il en est de même pour la distribution de foin à volonté. De même, à l'arrivée de l'été, pour un âne qui ne fait que de petites randonnées, la valeur nutritive des pâtures est censée être suffisante pour couvrir ses besoins énergétiques. L'ajout de fourrages et/ou de compléments n'est pas nécessaire. Ceci est à moduler selon le lieu de vie de l'animal, par exemple, un âne en région montagneuse où les ressources alimentaires sont faibles peut avoir besoin de fourrages secs en sus, même en été.

Pour les concentrés, seuls 4 élevages en rajoutent en cas de travail. Le travail de l'âne demande un surcroît d'énergie. Il est important de modifier la ration juste avant un effort intense.

Enfin, la quantité de blocs de sel ou d'AMV utilisés est difficilement interprétable. Tout d'abord, en donnant le sel à volonté, le nombre de blocs de sel par âne et par an est très variable d'un élevage à l'autre. De plus, les éleveurs qui ne donnent pas à volonté ont souvent un nombre de blocs achetés par an plus élevé que ceux qui donnent à volonté. La question se pose alors de savoir ce que les éleveurs considèrent comme à volonté.

Cependant, il semble que la consommation de bloc de sel soit très dépendante de l'animal, il existe des gros consommateurs comme des petits.

4.3.3. Le poids

Il est important de noter que l'estimation visuelle est trop imprécise et que, même si la pratique des mesures thoracique, hauteur..., n'est pas parfaite, elle permet une meilleure précision. Le poids d'un âne n'est pas anodin, il témoigne de sa bonne santé mais peut aussi être utile pour l'administration d'un traitement, notamment pour donner des vermifuges à la bonne dose. C'est pourquoi il faut relativiser le classement des ânes en maigres, normaux et gros car il est trop subjectif.

4.3.4. La santé

Traiter un âne contre les vers est important car ils peuvent conduire à un fort amaigrissement de l'animal, même si celui-ci se nourrit correctement. Cependant, l'abus de vermicide et de vermifuge entraîne l'apparition de résistances. La bonne conduite à suivre consiste à faire des coprologies sur les ânes et à ne traiter le troupeau que s'il est infecté. Certes, la coprologie augmente les coûts de traitements. Néanmoins, ces coûts seront plus faibles si l'animal n'est pas à traiter et rendront les vermicides plus efficaces en cas de besoin.

De plus, même si tous les problèmes de pieds ne sont pas liés à l'alimentation, il ne faut pas oublier que chez l'âne l'obésité et une alimentation trop riche sont des causes de fourbures. Dans ce cas, le remplacement du foin par de la paille dans la ration peut être une solution à tester, pour voir l'impact sur les ânes.

5. CONCLUSION

Les aliments traditionnellement utilisés en France dans l'alimentation de l'âne sont l'herbe avec ou sans foin issu de prairies permanentes. Il est très difficile de savoir grâce à un questionnaire la quantité d'herbe voire de foin disponible pour chaque animal tout au long de l'année. Il faudrait se rendre sur place et mesurer la quantité de ressource disponible pour chaque animal, à différentes saisons.

De même, il est impossible de connaître les apports réalisés en oligo-éléments, en vitamines, et en minéraux.

Au niveau des maladies, il semble que les plus fréquemment rencontrées soient des pathologies du pied, qui peuvent être liées à l'alimentation.

Enfin, il faudrait sensibiliser le public et les propriétaires aux risques liés à la suralimentation chez l'âne.

CONCLUSION

L'âne est un Equidé avec des caractéristiques anatomiques et physiologiques, différentes du cheval et du poney. Son alimentation ne peut donc pas être extrapolée à partir de celles des chevaux et nécessite des recherches particulières. Même s'il existe des points communs à tous les équidés comme la séparation de la dégradation des aliments dans le temps et l'espace avec une dégradation enzymatique puis une fermentation dans le côlon et le caecum, de nombreuses différences existent. La capacité d'ingestion de l'âne est inférieure à celle du poney mais reste supérieure à celle du cheval, notamment pour les fourrages à faible teneur en fibres. L'efficacité de la digestion des ânes s'explique par un temps de transit long dans le tube digestif et par une digestibilité élevée de la matière sèche. Ces deux caractéristiques expliquent que les ânes valorisent plus facilement les fourrages pauvres que les chevaux ou les poneys, en termes d'énergie. Il en résulte que l'âne a des besoins énergétiques, protéiques, lipidiques, minéraux et vitaminiques spécifiques. Les dernières recommandations en énergie digestible sont d'apporter 80 à 95 KJ par âne par jour, soit de 0,019 à 0,023 Mcal par kg d'âne par jour, pour un adulte en bonne santé. Des études complémentaires seraient nécessaires pour connaître les autres besoins qui ont généralement été extrapolés à partir des valeurs du cheval.

Le respect des apports recommandés en énergie est essentiel car l'âne est très sensible à l'obésité. Une mauvaise alimentation peut entraîner de nombreux troubles, dont certains sont spécifiques à cette espèce, comme l'hyperlipémie. Pour éviter l'apparition de ces maladies, le repas de base de l'âne devrait être de la paille donnée à volonté, plus ou moins supplémentée avec un fourrage plus riche. Les concentrés ne doivent être utilisés qu'en cas d'effort intense.

Enfin, il est essentiel de sensibiliser le public et, notamment les propriétaires amateurs, aux risques engendrés par le surpoids pour le bien-être et la santé de l'âne. Une autre étude à mener serait de connaître l'impact de la stérilisation des mâles sur les besoins énergétiques, car il est connu que ces besoins diminuent dans les autres espèces animales.



AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussignée, **Nathalie PRIYMENKO**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **KABIER Lucie** intitulée « *L'alimentation de l'âne et ses relations avec les maladies asines* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 14 mai 2012
Docteur Nathalie PRIYMENKO
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MIEON

Vu :
Le Président du jury :
Professeur Claude MOULIS

Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand MONTIUBERT

Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

BIBLIOGRAPHIE

- Aganga A A, Tsopito C M (1998). A note on the feeding behavior of domestic donkeys: a Botswana case study. *Applied Animal Behaviour Science*, **60**, 235-239.
- Barone R (1997). *Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome3 Splanchnologie I*. 3^e Edition. Paris : Vigot. 853p. ISBN 2-7114-9012-2.
- Berger A, Scheibe K M, Einhorn K, Scheibe A, Streich J (1999). Diurnal and ultradian rhythms of behavior in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. *Animal Behaviour Science*, **64**, 1-17.
- Boyer B (2007). *Les affections dentaires chez le cheval*. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse 3, 204p.
- Canacoo E A, Avornyo F K (1998). Daytime activities of donkeys at range in the coastal savanna of Ghana. *Applied Animal Behaviour Science*, **60**, 229-234.
- Carretero-Roque L, Colunga B, Smith D G, Gonzalez-Ronquillo M, Solis-Mendez A, Castelan-Ortega O (2005). Digestible Energy Requirements of Mexican Donkeys Fed Oat Straw and Maize Stover. *Tropical Animal Health and Production*, **37**, supplement 1, 123-142.
- Cox R, Proudman C J, Trawford A F, Burden F, Pinchbeck G L (2007). Epidemiology of impaction colic in donkeys in the UK. *BioMedCentral Veterinary Research* , **3**,1-11, <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/3/1>(consulté le 25.10.2011).
- Crane M (2008). The Donkey's foot. In *The Professional Handbook of the Donkey*. 4^e Edition. Sidmouth, Devon : Whittet Books, p 188-201.
- Cuddeford D, Hughes H (1990). A comparaison between chromium-mordanted hay and acid-insoluble ash to determine apparent digestibility of a chaffed, molassed hay/straw mixture. *Equine Veterinary Journal*, **22**, 122-125.
- Cuddeford D, Pearson R A, Archibald R F, Muirhead R H (1995). Digestibility and gastrointestinal transit time of diets containing different proportions of alfalfa and oat straw given to Thoroughbreds, Shetland ponies, highland ponies and donkeys. *Animal Science*, **61**, 407-417.
- Dacre I, Dixon P, Gosden L (2008). Dental Problems. In *The Professional Handbook of the Donkey*, 4^e Edition. Sidmouth, Devon: Whittet Books, p 62-81.
- Dijkman J T (1992). A note of the influence of negative gradients on the energy expenditure of donkeys walking, carrying and pulling loads. *Animal Production*, **54**, 153-156.
- Dill D B, Yousef K, Cox C R, Barton R G (1980). Hunger vs Thirst in the burro (*Equus Asinus*). *Physiology and Behaviour*, **24**, 975-978.

- Dove H, Mayes R W (1996). Plant Wax Components: A New Approach to Estimating Intake and Diet Composition in Herbivores. *Journal of Nutrition*, **126**, 13-26.
- Drogoul C, Gadoud R, Joseph M M, Jussiau R, Lisberney M J, Mangeol B, Montméas L, Tarrit A (2004). Chapitre 6 : L'alimentation énergétique. In *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage-Tome I-Les bases théoriques de l'alimentation et les principes de raisonnement*. 2^e Edition. Dijon : Educagri, p 140-163.
- Du Toit N, Kempson S, Dixon P M, Pearson R A, Muir C J, Farrow M (2006). Normal donkey dental anatomy. In : *Fifth International Colloquium on Working Equines. The future for working equines*, Addis Ababa, Ethiopia, 30 October-2 November 2006, p 82-89.
- Duffield H (2008). Colic. In *The Professional Handbook of the Donkey*. 4^e Edition. Sidmouth, Devon : Whittet Books, p 37-51.
- Dulphy J P, Jouany J P, Martin-Rosset W, Thériez M (1994). Aptitudes comparées de différentes espèces d'herbivores domestiques à ingérer et digérer des fourrages distribuées à l'auge. *Annales de zootechnie* **43**, 11-32.
- Dulphy J P, Martin-Rosset W, Dubroeuq H, Jailler M (1997). Evaluation of voluntary intake of forage through-fed to light horses. Comparison with sheep. Factors of variation and prediction. *Livestock Production Science*, **52**, 97-104.
- Durham A E (2006). Clinical application of parenteral nutrition in the treatment of five ponies and one donkey with hyperlipaemia. *Veterinary Record*, **158**, 159-164
- Eley J L, French J M (1993). Estimating the bodyweight of donkeys. *Veterinary Record*, **132**, 250.
- Faurie F, Tisserand J L (1994). Comparative study of the cellulolytic activity of caecum microbes in ponies and donkeys. *Annales de zootechnie* **43**, 281.
- Ferreira L M M, Garcia U, Rodrigues M A M, Celaya R, Dias-da-Silva, Osoro K (2007). Estimation of feed intake and apparent digestibility of equines and cattle grazing on heathland vegetation communities using the n-alkane. *Livestock Science*, **110**, 46-56.
- Gadoud R, Joseph M M, Jussiau R, Lisberney M J, Mangeol B, Montmeas L, Tarrit A (1992). Chapitre 5 : Alimentation énergétique. In *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage*. Paris: Fourcher, p 105-126.
- Grove V (2008). Hyperlipaemia. In *The Professional Handbook of the Donkey*. 4^e Edition. Sidmouth, Devon : Whittet Books, p 52-61.
- Hanley T A (1982). The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*, **35**, 146-151.

- Izraely H, Chosniak I, Stevens C E, Demment M W, Shkolnik A (1989). Factors determining the digestive efficiency of the domesticated donkey (*Equus Asinus Asinus*). *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, **74**, 1-6.
- Janis C (1976). The evolutionary strategy of the equidae and the origins of the rumen and cecal digestion. *Evolution*, **30**, 757-774.
- Julliand V, Tisserand J L, Michalet-Doreau B, Fonty G (1997). *In situ* degradation of two forages by the ruminal ecosystem of bovines and the caecal ecosystem of equidae. *Journal of Animal Science*, **75**, (supplement 1), 266.
- Kleiber M (1975). Body size and metabolic rate. In : *The Fire of Life : An Introduction to Animal Energetics*. London, UK : John Wiley and Sons, 478p, ISBN 978-0882751610.
- Lawrence P R, Shibbards R J. The Energy cost of walking, carrying and pulling loads on flat surfaces by Brahman cattle, and swamp buffalo. *Animal Production*. **50**, 29-39.
- Martin-Rosset W (1990). Chapitre 2 : Bases du rationnement. In *L'alimentation du cheval*. Paris : INRA, p 45-63.
- Martin-Rosset W (2012). *Nutrition et alimentation des chevaux*. Versailles : Edition Quae, 624p, ISBN 978-2-7592-1668-0.
- Mayes R W, Wright A, Lamb C S, McBean A (1986). The use of long-chain n-alkanes as markers for estimating intake and digestibility of herbage in cattle. *Animal Production*, **42**, 457.
- Miraglia N, Bergero D, Bassano B, Tarantola M, Ladetto G (1999). Studies of apparent digestibility in horses and the use of internal markers. *Livestock Production Science*, **60**, 21-25.
- Moehlman P D (1998). Feral asses (*Equus africanus*): intraspecific variation in social organization in arid and mesic habitats. *Applied Animal Behaviour Science*, **60**, 171-195.
- Mueller P J, Hintz H F, Pearson R A, Lawrence P R, Van Soest P J (1994a). Voluntary intake of roughage diets by donkeys. In : *Working Equines, Proceedings of the Second international colloquium held, 20-22nd April, Rabat, Maroc*. Actes Editions, 137-148.
- Mueller P J, Houpt K A (1991). A comparison of the responses of donkeys (*Equus asinus*) and ponies (*Equus caballus*) to 36 hours of water deprivation. In *Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Developpement*. University of Edimburgh, UK : Fielding and Pearson, p 86-95.
- Mueller P J, Jones M T, Rawson R E, Van Soest P J, Hintz H F (1994b). Effect of increasing work rate on metabolic responses of the donkey (*Equus asinus*). *Journal of Applied Physiology*, **77**, 1431-1438.
- Mueller P J, Protos P, Houpt K A, Van Soest P J (1998). Chewing behaviour in domestic donkeys (*Equus asinus*) fed fibrous forage. *Applied Animal Behaviour Science*, **60**, 241-251.

Nengomasha E M, Pearson R A, Smith T (1999). The donkey as a draught power resource in smallholder farming in semi-arid western Zimbabwe. *Animal Science*, **69**, 297-312.

National Research Council (2007). Chapter 13 Donkeys and Other Equids. In *Nutrient Requirements of Horses*. 6^e Edition. Washington: The National Academic Press, p 268-279.

Ouedraogo T, Tisserand J L (1996). Etude comparative de la valorisation des fourrages pauvres chez l'âne et le mouton. Ingestibilité et digestibilité. *Annales de zootechnie*, **45**, 437-444.

Pearson R A, Lawrence P R, Smith A J (1996). The Centre for Tropical Veterinary Medicine pulling its weight in the field of draught animal research. *Tropical Animal Health and Production*, **28**, 49-59.

Pearson A, Oussat M (1996). Estimation of the liveweight and body condition of working donkeys in Morocco. *Veterinary Record*, **138**, 229-233.

Pearson A, Oussat M (2000). *A Guide to Live Weight Estimation and Body Condition Scoring of Donkeys*. Edinburgh: Centre for Tropical Veterinary Medicine University of Edinburgh, 11p, ISBN 0-907146-11-2.

Pearson R A (2005). Nutrition and Feeding in Donkeys. In *Veterinary Care of Donkeys*. International Veterinary Information Service. Ithaca; Matthews N S and Taylor T S (Eds).

Pearson R A, Archibald R F, Muirhead R H (2001). The effect of forage quality and level of feeding on digestibility and gastrointestinal transit time of oat straw and alfalfa given to ponies and donkeys. *British Journal of Nutrition*, **85**, 599-606

Pearson R A, Dijkman J T, Krecek R C, Wright P (1998). Effect of density and weight of load on the energy cost of carrying loads by donkeys and ponies. *Tropical Animal Health and Production*, **30**, 67-78.

Pearson R A, Merritt J B (1991). Intake, digestion and gastrointestinal transit time in resting donkeys and ponies and exercised donkeys given *ad libitum* hay and straw diets. *Equine Veterinary Journal*, **23**, 339-343

Purdy S R, (2010). Herd health for donkeys. The North American Veterinary Conference Gainesville, USA, Large animal. In : *Proceedings of the North American Veterinary Conference*, Orlando, Florida, USA, 16-20 January 2010, p 245-248.

Smith D G (1999). *The impact of grazing time allowance on the dry matter intake and foraging behavior of cattle and donkeys managed under traditional African grazing systems*. Ph. D. Thesis, Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, 291p.

Smith D G et Wood S (2008). Donkey Nutrition. In *The Professional Handbook of the Donkey*. 4^e Edition. Sidmouth, Devon : Whittet Books, p 10-27.

Stevens D M, van Ryssen J B J, Marais J P (2002). The use of n-alkane markers to estimate the intake and apparent digestibility of ryegrass and Kikuyu by horses. *South African Journal of Animal Science*, **32**, 50-57.

Suhartanto B, Julliand V, Faurie F, Tisserand J L (1993). Comparison of microbial activity in the caecum of ponies and donkeys. *Annales de zootechnie* **42**, 185.

Svendsen E (2008). *The Professional Handbook of the Donkey*. 4^e Edition. Sidmouth, Devon: Whittet Books, 438p, ISBN 13 978-1-873580-68-4.

Taylor F (2000). Chapter 6: Nutrition. In *The Professional Handbook of the Donkey*. 3^e Edition. Sidmouth Devon : Whittet Books, p 93-105.

The Donkey Sanctuary. *Wikivet*[en ligne]. Disponible sur : http://en.wikivet.net/Fact_Sheets_-_Donkey (consulté le 22/11/2011).

Tisserand J L, Faurie F, Toure M (1990). A comparative study of donkey and pony digestive physiology. In *Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development*. University of Edimburgh, UK : Fielding and Pearso, p 67-72.

Tisserand J L, Suhartanto B (1994). Comparison of VFA concentration in the caecum of ponies and donkeys. *Annales de zootechnie*, **43**, 282.

Trawford A, Mulugeta G (2008). Parasites. In *The Professional Handbook of the Donkey*. 4^e Edition. Sidmouth Devon : Whittet Books, p 82-110.

Wood S (2010). *Some factors affecting the digestible energy requirements and dry matter intake of mature donkeys and a comparison with normal husbandry practices*. Ph. D. Thesis, University of Edimburg. 280p.

Wood S, Smith D G, Morris C J (2005). Seasonal variation of digestible energy requirements of mature donkeys in the UK. In : *Proceedings Equine Nutrition Conference*, Hanover, Germany, 1-2 October 2005, 39-40.

Yousef M K (1985). Chapter 4 : Measurement of heat production and heat loss. In *Stress Physiology in Livestock, volume I, Basic Principles*. Boca Raton, Florida : CRC Press, p 35-46.

Yousef M K, Dill D B (1969). Resting energy metabolism and cardiorespiratory activity in the burro *Equus asinus*. *Journal of Applied Physiology*, **27**, 229-232.

Yousef M K, Dill D B, Freeland D V (1972). Energetic cost of grade walking in man and burro, *Equus asinus*: desert and mountain. *Journal of Applied Physiology*, **33**, 337-340.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Le questionnaire envoyé aux éleveurs

Questionnaire alimentation des ânes

(Veuillez cocher ou mettre en gras la ou les réponses correctes, et compléter les réponses incomplètes, si les réponses sont différentes entre les mâles et les femelles, merci de le préciser)

Elevage : Professionnel Amateur Association

1. Votre troupeau :

- Département :
- Nombre d'ânes :
 - Mâles.....
 - Mâles castrés.....
 - Femelles.....
- Race(s) des ânes :
- Taille des ânes :
- Périmètre thoracique (si possible) :
- Utilisation (promenade, élevage, randonnée....) :

2. Environnement

- Habitat des ânes (dehors tout le temps, rentrés en hiver, abris...).....
- Surface du ou des près :

3. Alimentation :

- Paille : Oui Non
- Foin : - Foin de prairie naturelle : Oui Non
 - A volonté : Oui Non
 - Si non, quantité/ animal ...
- Autres foins : Oui Non
 - Espèces végétales :
 - A volonté : Oui Non
 - Si non, quantité/ animal ...
- Pâturage:
 - Espèces végétales : Ray Gras anglais
 - Ray gras italien
 - Dactyle
 - Trèfle blanc
 - Trèfle violet
 - Prairie naturelle
 - Autres :

- Concentrés et Compléments alimentaires : Oui Non
 - Le(s)quel(s) :
- AMV (aliment minéral et vitaminé) : Oui Non
 - Le(s)quel(s) :
 - Quantité :
- Bloc de sel : Oui Non
 - Le(s)quel(s) (Himalaya, marin, blanc...) :
 - A volonté Oui Non
 - Nombre de bloc acheté par an :...

- Y-a-t'il des changements dans la ration au cours de l'année ? Oui Non
- Si oui, lesquels ?.....

- Estimer-vous vos ânes gros, normaux ou maigres ?
- Comment évaluer vous le poids de votre animal ? Pesée Prise de mesures (taille, tour thoracique, longueur...) Visuellement Autres....

4. Santé

- Combien de fois vermifugez-vous vos ânes par an ?....
- Avez-vous des problèmes de sabots ? Oui Non
- Avez- vous des problèmes d'autres maladies ? Oui Non
 - Le(s)quel(s) :

ANNEXE 2 : Estimation du poids de l'âne

Le poids est un bon indicateur individuel de l'état de l'animal. Cependant, la comparaison du poids d'un animal demande de faire les manipulations toujours au même moment, pour réduire l'impact dypsiqque et alimentaire sur les mesures réalisées.

L'estimation du poids permet aussi de calculer les doses correctes de médicaments à donner sans sous ou sur doser.

La meilleure façon d'estimer le poids d'un âne est d'utiliser une échelle de poids. C'est une alternative simple et rapide à la pesée. Cette échelle tient compte de la taille au garrot, de la circonférence de la poitrine et de la longueur (figure 18).

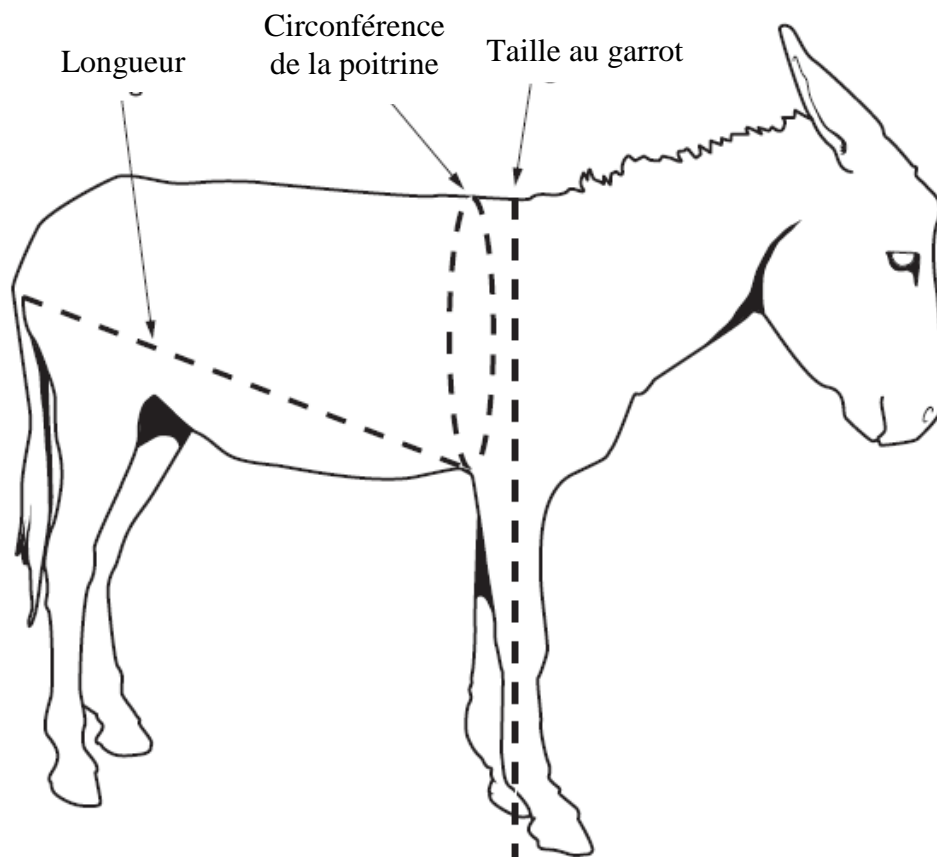


Figure 18 : Mesures à prendre pour estimer le poids d'un âne (d'après Pearson et Ouassat, 2000)

La meilleure équation pour déterminer le poids d'un adulte se base sur la mesure de la longueur et de la circonférence au niveau de la poitrine.

La circonférence se mesure en centimètres, juste en arrière des antérieurs.

La longueur est la distance entre le processus olécrâne du coude et la tubérosité ischiatique.

Pour connaître le poids, il suffit d'utiliser alors un nomogramme, en traçant une ligne droite entre la longueur et la circonférence. Le poids de l'animal correspond au croisement entre cette ligne et la ligne des poids. L'avantage de cette technique est qu'elle ne nécessite pas de calcul et peut être réalisé devant l'animal sans manipulation.

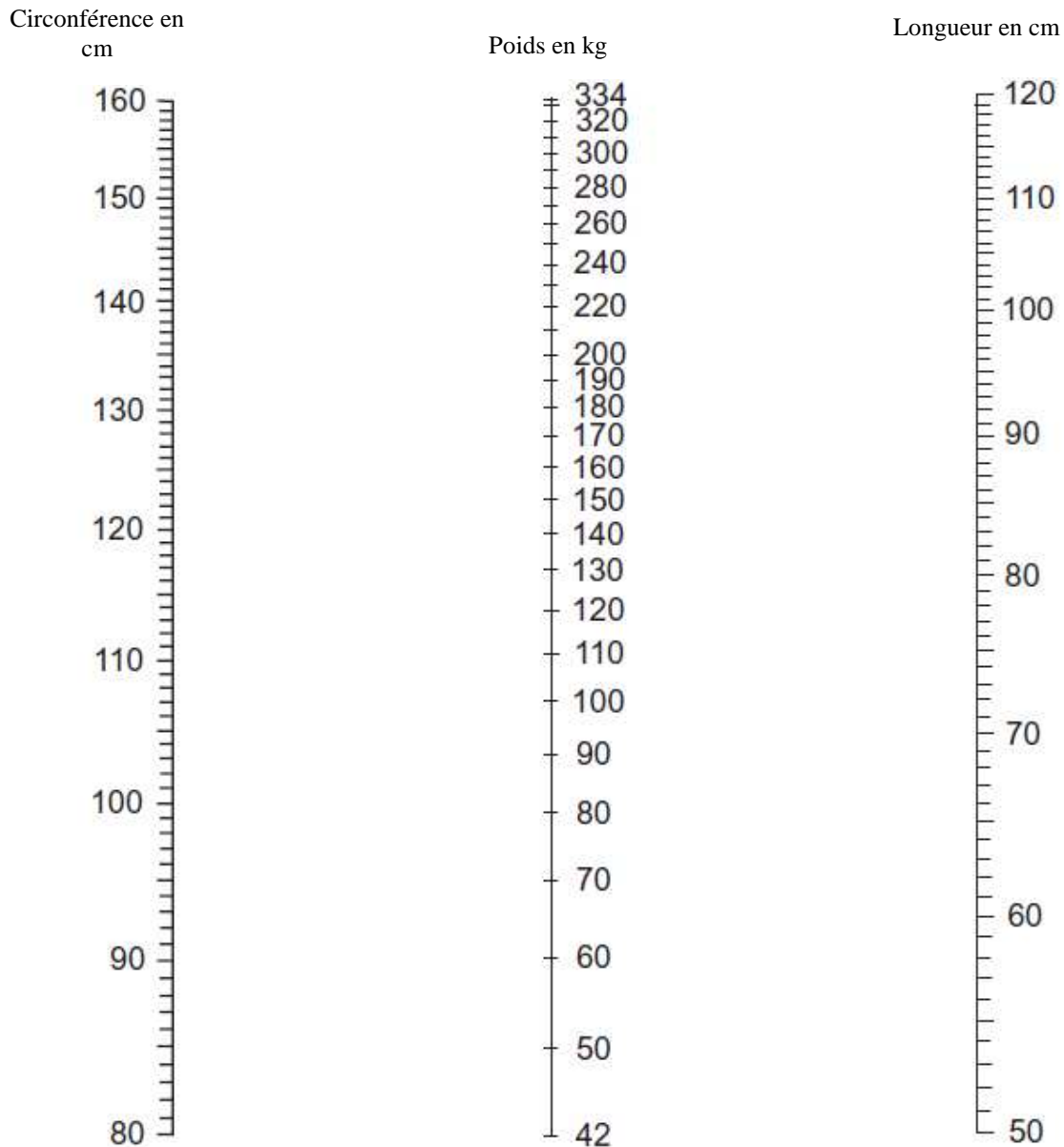


Figure 19 : Nomogramme (d'après Pearson et Ouassat, 2000)

Il existe d'autres courbes graduées qui se basent sur la circonférence et la taille au garrot de l'âne (Svendsen, 2008).

Enfin, une seconde technique consiste à utiliser une formule mathématique (Pearson et Ouassat, 2000). De nombreuses formules différentes existent pour estimer le poids d'un âne adulte (tableau 36).

Tableau 36 : Equations pour estimer le poids d'un âne adulte (d'après différents auteurs)

Equations	Références
Poids (kg) = circonférence ^{2,65} /2188	Pearson et Ouassat, 1996
Poids (kg) = Taille ^{0,24} x circonférence ^{2,576} x 0,000252	Eley-French, 1993
Poids (kg) = -239,16 + (3,32 x circonférence)	Nengomasha, 1997
Poids (kg)= circonférence ^{2,12} * longueur ^{0,688} /3801	Pearson et Ouassat, 1996

La circonférence et la longueur sont exprimées en cm.

La formule utilisée pour estimer le poids d'un âne obèse est :

$$\text{Poids (kg)} = \text{Circonférence (en cm)}^{2,575} \times \text{Taille (en cm)}^{0,246}/3968$$

Pour un âne de moins de deux ans, il existe deux équations (Svenden, 2008 ; Pearson et Ouassat, 1996) :

$$\text{Poids (kg)} = 0.000283 * \text{circonférence (en cm)}^{2.778}$$

$$\text{Poids (kg)} = \text{circonférence (en cm)}^{2.13}/302$$

ANNEXE 3 : Score corporel

L'établissement du score corporel se fait sur un système de 9 points qui peut être utilisé dans le monde entier, des régions tempérées aux régions tropicales.

Les animaux sont divisés en 3 groupes principaux (maigre, normal et obèse), eux-mêmes divisés en 3 catégories. De l'âne le plus maigre au plus gros, ils sont classés ainsi (Svendsen, 2000) :

- **Animal maigre :**

1. Âne **émacié** ; animal très amaigri où l'ossature est très visible, amyotrophie très prononcée, animal affaibli et apathique
2. Âne **très maigre** : animal amaigri, proéminence des processus épineux, des côtes, de la colonne vertébrale, des scapulas, épaules anguleuses, amyotrophie moins prononcée, encolure étroite
3. Âne **maigre** : côtes et colonne vertébrale facilement palpables voire visibles, visualisation du muscle supra-épineux sur les scapulas, graisse de couverture possible, épaules et garrot recouverts par du tissu musculaire léger ou du gras, animal concave

- **Animal normal :**

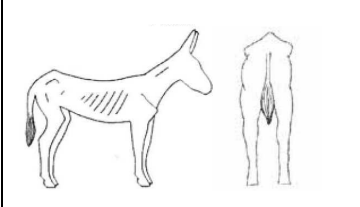
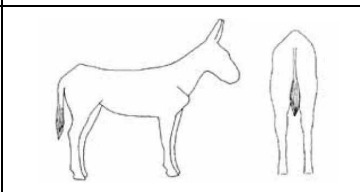
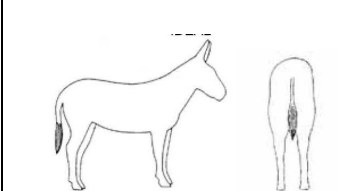
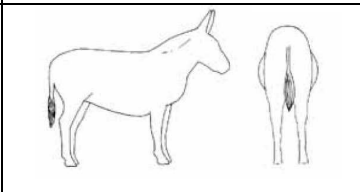
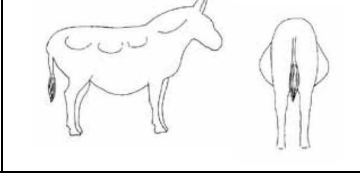
4. Âne **fin** : colonne vertébrale visible, côtes palpables mais pas visibles, arrière train plus que concave, épaules et garrot recouverts par du tissu musculaire fin et de la graisse de couverture
5. Âne **optimal** : muscles supra-épineux développés et apparents, colonne vertébrale palpable, côtes palpables mais non visibles arrière train convexe, tissu graisseux palpable sur les épaules et le garrot
6. Âne en **surcharge** : processus épineux difficilement palpable, arrière train convexe et bien musclé, tissu graisseux de couverture important sur l'arrière de l'animal, bombement entre le garrot et les épaules

- **Animal obèse :**

7. Âne **gros** : processus épineux non palpable, les épaules, le garrot et les côtes recouverts de tissu graisseux, flancs bombés
8. Âne **obèse** : animal recouvert de tissu graisseux, ossature non visible, flancs bombés, arrière train large
9. Âne **très obèse** : ossature entourée de gras, arrière train large ou gras, accumulation importante de gras au niveau du garrot, des épaules et des côtes, flancs remplis de gras

Cette classification du score corporel en 9 groupes est difficile, les résultats sont difficilement répétables. C'est pourquoi, il existe une autre classification en 5 groupes : maigre, fin, optimal, gros et obèse (tableau 37) (Pearson et Ouassat, 2000).

Tableau 37 : Classification de l'état corporel des ânes en 5 catégories (d'après Svendsen, 2000)

Score corporel		Encolure et Epaules	Garrot	Côtes et Abdomen	Dos	Arrière-train
1. MAIGRE		Encolure maigre, épaules anguleuses, ossature visible	Proéminence de la colonne vertébrale	Côtes visibles à distance, abdomen creusé	Processus transverse et dorsal palpables facilement	Os du bassin proéminent, amyotrophie
2. FIN		Tissu musculaire peu épais	Processus épineux palpable mais non proéminent	Côtes non visibles mais palpables	Peu de tissu musculaire	Os du bassin palpable
3. OPTIMAL		Développement musculaire correct, tissu musculaire ou graisseux présents	Tissu graisseux sur les processus épineux	Côtes recouvertes d'un fin tissu musculaire ou graisseux palpable	Tissu musculaire sur tout le dos	Apparence arrondie des os du bassin, couverture musculaire
4. GROS		Epaules recouvertes de gras, encolure épaisse	Os palpable avec une légère pression	Abdomen bombé, côtes ventrales palpables	Tissu graisseux	Dépôt de tissu graisseux
5. OBESE		Epaules entourées de gras, encolure épaisse	Os non palpable	Ventre distendu, côte non palpable	Dépôt de gras important	Os du bassin non palpable, Articulations recouvertes de tissu graisseux

ANNEXE 4 : Guide pratique pour l'alimentation de l'âne

Faire une ration pour un âne et décider quels aliments lui donner requiert des connaissances sur les besoins alimentaires et sur la valeur nutritive des aliments. Calculer les besoins énergétiques est donc impératif pour faire une ration, mais il faut aussi tenir compte si l'animal, doit gagner, maintenir ou perdre du poids. Le comportement alimentaire doit aussi être pris en compte pour s'assurer de son bien-être digestif et pour réduire le stress. Les facteurs influençant les besoins énergétiques et nutritifs sont aussi importants.

Le calcul des besoins énergétiques débute par une appréciation de l'état corporel de l'animal. Grâce aux grilles précédentes, l'âne peut être classé en trois catégories : mince, optimal, gros. Après cette estimation, il convient de décider s'il est à son poids idéal, ou s'il doit gagner ou perdre du poids. Cette étape est essentielle pour garantir la bonne santé de l'animal et aussi pour adapter la ration à l'animal.

Le calcul des besoins énergétiques doit aussi prendre en compte les besoins liés au travail (randonnée, transport...).

Ces besoins énergétiques sont aussi affectés par les conditions météorologiques : les besoins sont plus importants en hiver qu'en été à cause de la thermorégulation. Néanmoins, l'effet des températures basses, de la pluie et du vent ne sont pas connus sur les besoins énergétiques.

Finalement, la ration doit aussi être ajustée à l'âge et au tempérament de l'animal. Les ânes, les plus âgés ont souvent des problèmes de dentition, qui peuvent contribuer à une perte de poids. Il leur faut donc une alimentation spéciale (nourriture humide, fourrages coupés). Les ânes jeunes nécessitent un surcroît d'énergie pour assurer une croissance correcte.

Le calcul des besoins énergétiques doit se faire à partir du poids de l'animal. Ce dernier peut être estimé à partir des équations, données dans l'annexe 2. Les apports recommandés sont alors être calculés à partir de recommandations faites pour des ânes adultes et en bonne santé, au repos, en Grande Bretagne (Wood, 2010). Le résultat est donc à adapter en fonction de l'animal, mais aussi en fonction de la variation de poids voulue, de l'exercice, du climat, de la saison, de l'âge et du tempérament de l'animal. Ces recommandations sont celles utilisées dans les climats les plus proches du climat français.

Les apports recommandés en énergie digestible d'entretien sont :

$$\begin{aligned} \text{Energie digestible (Mcal/jour)} &= 0.32 * \text{Poids de l'animal}^{0.75} / 4.184 \text{ du printemps à} \\ &\text{l'automne} \\ &= 0.43 * \text{Poids de l'animal}^{0.75} / 4.184 \text{ en hiver} \end{aligned}$$

La matière sèche journalière nécessaire peut alors être calculée, sachant que la capacité d'ingestion de l'âne varie entre 1 % et 2,7% selon le fourrage. Il est conseillé de donner 1.5% du poids de l'animal en matière sèche par jour. Pour fournir assez de matière sèche mais sans excès d'énergie, un repas avec de la paille supplémentée avec un fourrage plus digestible et plus énergétique en quantité limitée est recommandé. La paille à volonté permet à l'âne de satisfaire son appétit après avoir consommé un fourrage riche en énergie. Les concentrés ne sont pas nécessaires pour les ânes adultes, en bonne santé, qui font peu ou pas d'exercice.

La densité énergétique de la ration est alors calculée grâce aux recommandations en besoins énergétiques et en matière sèche ingérée quotidiennement pour un individu, avec :

$$\text{Densité énergétique} = \text{Besoin en énergie digestible} / \text{Matière sèche ingérée}$$

Ce calcul permet de choisir théoriquement les matières premières à utiliser.

Idéalement, pour connaître la densité énergétique de l'aliment donné, il faudrait réaliser des analyses, ce qui n'est pas forcément possible. Le NRC donne la valeur énergétique des aliments les plus utilisés dans l'alimentation des équidés.

La qualité des fourrages peut aussi être estimée par examen visuel.

Ce système d'appréciation se base sur l'aspect général du fourrage : contient-il des moisissures, de la poussière, des éléments exogènes ? A-t'il une odeur fraîche ?, Quel est le ratio feuille-tige (est-il très fibreux avec de nombreuses tiges ou au contraire jeune et feuillu ?), Quelle est la couleur (est-il jeune, vert et de première coupe, ou jaune, sec et d'une coupe tardive ?) ?

La table suivante permet de donner un score au fourrage pour déterminer son potentiel énergétique. Le score pour chaque question est à additionner : si le fourrage a un score en dessous de 6, il est de mauvaise qualité et pauvre en énergie ; au dessus de 12, les fourrages sont de bonne qualité et riche en énergie. Cette table ne donne pas la densité énergétique exacte du fourrage mais est utile si aucun autre moyen n'est possible pour évaluer le potentiel énergétique du fourrage (tableau 38).

Tableau 38 : Estimation simplifiée de la qualité d'un fourrage (d'après Wood, 2010)

Score					
	1	2	3	4	5
Aspect général	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon
Ration feuille/tige	Principalement des tiges	Tiges>Feuilles	Tiges=Feuilles	Tiges<Feuilles	Très feuillu
Couleur	Jaune	Jaune> Vert	Jaune= Vert	Jaune<Vert	Très vert

Avec un régime, fourrage et paille à volonté, au printemps, en été, en automne, on considère que le meilleur fourrage doit couvrir 25% des besoins énergétiques de l'animal contre 70% en hiver. Le reste de l'énergie doit être fourni par de la paille, ce qui permet ainsi de satisfaire l'ingestion de l'animal (tableaux 39 et 40).

Tableau 39 : Quantités de fourrage à distribuer pour couvrir 25% des besoins énergétiques chez l'âne en stabulation ou au paddock (d'après Wood, 2010).

Le Tableau donne la supplémentation en fourrage nécessaire pendant le printemps, l'été et l'automne pour des ânes dont le poids varie entre 100 et 300 kilogrammes afin de couvrir 25% des besoins en énergie digestible.

Poids de l'âne	25% des besoins en ED	Foin de mauvaise qualité ou paille							Foin de bonne qualité						
		Valeur de l'énergie du fourrage [Mcal ED/kgMS]													
		1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2	2,1	2,2	2,3	2,4
100	0,60	0,60	0,55	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	0,30	0,29	0,27	0,26	0,25
110	0,65	0,65	0,59	0,54	0,50	0,46	0,43	0,41	0,38	0,36	0,32	0,31	0,30	0,28	0,27
120	0,69	0,69	0,63	0,58	0,53	0,50	0,46	0,43	0,41	0,39	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29
130	0,74	0,74	0,67	0,61	0,57	0,53	0,49	0,46	0,43	0,41	0,37	0,35	0,33	0,32	0,31
140	0,78	0,78	0,71	0,65	0,60	0,56	0,52	0,49	0,46	0,43	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32
150	0,82	0,82	0,75	0,68	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	0,46	0,41	0,39	0,37	0,36	0,34
160	0,86	0,86	0,78	0,72	0,66	0,61	0,57	0,54	0,51	0,48	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36
170	0,90	0,90	0,82	0,75	0,69	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38
180	0,94	0,94	0,85	0,78	0,72	0,67	0,63	0,59	0,55	0,52	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
190	0,98	0,98	0,89	0,82	0,75	0,70	0,65	0,61	0,58	0,54	0,49	0,47	0,44	0,43	0,41
200	1,02	1,02	0,92	0,85	0,78	0,73	0,68	0,64	0,60	0,56	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42
210	1,05	1,05	0,96	0,88	0,81	0,75	0,70	0,66	0,62	0,59	0,53	0,50	0,48	0,46	0,44
220	1,09	1,09	0,99	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68	0,64	0,61	0,55	0,52	0,50	0,47	0,46
230	1,13	1,13	1,22	0,94	0,87	0,81	0,75	0,71	0,66	0,63	0,56	0,54	0,51	0,49	0,47
240	1,17	1,17	1,06	1,28	0,90	0,83	0,78	0,73	0,69	0,65	0,58	0,56	0,53	0,51	0,49
250	1,20	1,20	1,09	1,00	0,92	0,86	0,80	0,75	0,71	0,67	0,60	0,57	0,55	0,52	0,50
260	1,24	1,24	1,13	1,03	0,95	0,88	0,83	0,77	0,73	0,69	0,62	0,59	0,56	0,54	0,52
270	1,27	1,27	1,16	1,06	0,98	0,91	0,85	0,80	0,75	0,71	0,64	0,61	0,58	0,55	0,53
280	1,31	1,31	1,19	1,09	1,01	0,93	0,87	0,82	0,77	0,73	0,65	0,62	0,59	0,57	0,55
290	1,34	1,34	1,22	1,12	1,03	0,96	0,90	0,84	0,79	0,75	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56
300	1,38	1,38	1,25	1,15	1,06	0,98	0,92	0,86	0,81	0,77	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57

Tableau 40 : Quantités de fourrage à distribuer pour couvrir 70% des besoins énergétiques chez l'âne en stabulation ou au paddock (d'après Wood, 2010).

Le tableau donne la supplémentation en fourrage nécessaire pendant l'hiver pour des ânes dont le poids varie entre 100 et 300 kilogrammes pour couvrir 70% des besoins en énergie digestible.

Poids de l'âne	70% des besoins en ED	Foin de mauvaise qualité ou paille						Foin de bonne qualité							
		Valeur de l'énergie du fourrage [Mcal ED/kgMS]													
		1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2	2,1	2,2	2,3	2,4
100	2,27				1,75	1,62	1,52	1,42	1,34	1,26	1,14	1,08	1,03	0,99	0,95
110	2,44				1,88	1,75	1,63	1,53	1,44	1,36	1,22	1,16	1,11	1,06	1,02
120	2,61				2,01	1,86	1,74	1,63	1,53	1,45	1,30	1,24	1,19	1,13	1,09
130	2,77			2,31	2,13	1,98	1,85	1,73	1,63	1,54	1,38	1,32	1,26	1,20	1,15
140	2,93			2,44	2,25	2,09	1,95	1,83	1,72	1,63	1,46	1,39	1,33	1,27	1,22
150	3,08			2,57	2,37	2,20	2,06	1,93	1,81	1,71	1,54	1,47	1,40	1,34	1,28
160	3,24			2,70	2,49	2,31	2,16	2,02	1,90	1,80	1,62	1,54	1,47	1,41	1,35
170	3,39			2,82	2,61	2,42	2,26	2,12	1,99	1,88	1,69	1,61	1,54	1,47	1,41
180	3,54		3,21	2,95	2,72	2,53	2,36	2,21	2,08	1,96	1,77	1,68	1,61	1,54	1,47
190	3,68		3,35	3,07	2,83	2,63	2,45	2,30	2,17	2,05	1,84	1,75	1,67	1,60	1,53
200	3,83		3,48	3,19	2,94	2,73	2,55	2,39	2,25	2,13	1,91	1,82	1,74	1,66	1,59
210	3,97	3,97	3,61	3,31	3,05	2,83	2,65	2,48	2,33	2,20	1,98	1,89	1,80	1,73	1,65
220	4,11	4,11	3,74	3,42	3,16	2,94	2,74	2,57	2,42	2,28	2,05	1,96	1,87	1,79	1,71
230	4,25	4,25	3,86	3,54	3,27	3,03	2,83	2,66	2,50	2,36	2,12	2,02	1,93	1,85	1,77
240	4,39	4,39	3,99	3,67	3,37	3,13	2,92	2,74	2,58	2,44	2,19	2,09	1,99	1,91	1,83
250	4,52	4,52	4,11	3,77	3,48	3,23	3,02	2,83	2,66	2,51	2,26	2,15	2,06	1,97	1,88
260	4,66	4,66	4,23	3,88	3,58	3,33	3,11	2,91	2,74	2,59	2,33	2,22	2,12	2,03	1,94
270	4,79	4,79	4,36	3,99	3,69	3,42	3,19	2,99	2,82	2,66	2,40	2,28	2,18	2,08	2,00
280	4,92	4,92	4,48	4,10	3,79	3,52	3,28	3,08	2,90	2,74	2,46	2,34	2,24	2,14	2,05
290	5,06	5,06	4,60	4,21	3,89	3,61	3,37	3,16	2,97	2,81	2,53	2,41	2,30	2,20	2,11
300	5,19	5,19	4,71	4,32	3,99	3,70	3,46	3,24	3,05	2,88	2,59	2,47	2,36	2,25	2,16

Les cases non remplies signifient que la valeur trouvée est supérieure à la capacité d'ingestion de l'animal.

Les valeurs des deux tableaux précédents ne sont utiles que si l'animal n'a pas accès à la pâture.

Dans le cas où l'âne a accès à la pâture, on considère que si la masse fourragère de la pâture est comprise entre 1,50 et 1,75 kilogrammes de matière sèche par âne et par jour, 0,02 hectare par âne sont suffisants pour maintenir l'état corporel à condition qu'il ait accès à du foin.

Si les propriétaires n'ont pas assez de pâturages, ils peuvent réduire l'ingestion d'herbe en diminuant la consommation d'herbe sur les nouvelles pâtures. Ainsi, on considère que fournir 140 g de matière sèche de pâture, qui n'a jamais été pâturée, par âne et par jour, réduit l'ingestion quotidienne d'herbe. Dans ce cas, il est nécessaire de donner à l'âne en sus 2 kg de matière sèche de paille pour couvrir ses besoins énergétiques. Si l'âne a accès à plus de 140 g de matière sèche de pré, diminuer l'accès à la pâture à 12 heures ou moins permet de diminuer l'ingestion (Wood, 2010).

ANNEXE 4 : Nourrir un âne malade

- **L'alimentation en cas de problème dentaire (d'après the Donkey Sanctuary)**

L'alimentation des ânes ayant des troubles dentaires exige des changements dans la nature et la distribution des aliments.

Les conseils alimentaires sont les suivants :

- Evaluer la capacité à mâcher des fibres longues (paille, foin..),
- Evaluer si l'animal essaie de manger sa litière,
- Fournir un foin de bonne qualité, si les dents le permettent,
- Alimenter en fonction de l'état corporel,
- Nourrir l'animal en petites quantités et souvent, notamment avec du foin à volonté même coupé en petits morceaux,
- Evaluer la gestion des pâturages (par exemple, un pré avec une herbe courte et fibreuse est plus difficile à manger),
- Eviter les repas riches en céréales qui risquent de favoriser la prise de poids,
- Nourrir avec des aliments humides (car les aliments secs sont plus difficile à mâcher),
- Ne pas utiliser du foin de luzerne, trop fibreux et difficilement ingérable
- Ne pas donner de carottes ou de pommes entières, les préférer coupées ou en compote.

- **L'alimentation de l'insuffisant hépatique (d'après the Donkey Sanctuary)**

En cas d'insuffisance hépatique, il est important de modifier l'alimentation, tout comme il est fait pour les autres espèces animales.

Les conseils alimentaires sont les suivants :

- Donner un repas pauvre en graisse (moins de 5 %) et pauvre en protéines (moins de 12%),
- Utiliser un foin de bonne qualité si la dentition est correcte, dans le cas contraire utiliser du foin coupé en petits morceaux,
- Supplémenter en vitamines, notamment en vitamines du groupe B,
- Nourrir en petites quantités et le plus souvent possible pour s'assurer de ne pas surcharger le foie,
- Utiliser des aliments appétents, comme les pommes, les carottes, la compote ou le jus de pomme, la menthe, la mélasse (en petite quantité seulement) pour inciter à manger le foin,
- Eviter formellement de nourrir avec un foin riche en protéine, comme de la luzerne,
- Ne pas donner exclusivement un repas à base de céréales.

Pour conclure, en cas d'insuffisance hépatique, le menu de base est un fourrage de bonne qualité quel que soit la période de l'année. Selon l'état corporel, le foin peut être mélangé avec de paille et l'accès au pâturage peut être restreint selon les périodes de l'année.

- **L'alimentation de l'insuffisant rénal (d'après the Donkey Sanctuary)**

L'approche alimentaire de l'âne insuffisant rénal est différente de celle utilisée pour nourrir un cheval souffrant de la même affection.

Les conseils nutritionnels sont les suivants :

- Donner un repas pauvre en protéines (moins de 8%), en calcium et en phosphore (moins de 1%),
- Utiliser un foin de qualité moyenne si la dentition est correcte ; dans le cas contraire, utiliser du foin coupé en petits morceaux,
- Couvrir les besoins énergétique de l'âne (utilisation possible d'huile de soja, notamment, pour augmenter l'ingestion d'énergie),
- Supplémenter en vitamines, notamment en vitamines du groupe B,
- Nourrir l'animal en petites quantités et le plus souvent possible pour s'assurer de ne pas surcharger le foie,
- Utiliser des aliments appétents, comme les pommes, les carottes, la compote ou le jus de pomme, la menthe, la mélasse (en petite quantité) à mélanger au fourrage pour inciter l'âne à manger le foin moins appétent,
- Eviter formellement de nourrir l'animal avec du foin riche en protéines, comme de la luzerne,
- Interdire l'accès aux pâtures trop riches, ne pas donner de la pulpe de betterave et du son,
- Ne pas donner un repas exclusivement à base de céréales.

La base de l'alimentation de l'âne insuffisant rénal est donc constitué par un fourrage (paille/foin) de qualité moyenne, et pauvre en protéines (< 8%).