



HAL
open science

L'alimentation du cheval

Lydie Josserand

► **To cite this version:**

| Lydie Josserand. L'alimentation du cheval. Sciences pharmaceutiques. 1997. dumas-01332273

HAL Id: dumas-01332273

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01332273>

Submitted on 16 Jun 2016

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

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

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



D 115 018989 7

1er exemplaire

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE 1

UFR de PHARMACIE

Domaine de la Merci - La Tronche

1997

n° Ordre *7031*

L'ALIMENTATION DU CHEVAL

THESE

Présentée à l'Université Joseph Fourier - Grenoble 1
pour obtenir le grade de **DOCTEUR EN PHARMACIE**

Par **Mlle JOSSERAND Lydie**

[Données à caractère personnel]

Cette thèse sera soutenue publiquement le 29 septembre 1997

Devant le Professeur J. ALARY Président du Jury

Mme A. RAVEL

Mme K. CLAVEL

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE 1

UFR de PHARMACIE

Domaine de la Merci - La Tronche

1997

n° Ordre

L'ALIMENTATION DU CHEVAL

THESE

Présentée à l'Université Joseph Fourier - Grenoble 1
pour obtenir le grade de **DOCTEUR EN PHARMACIE**

Par **Mlle JOSSERAND Lydie**

[Données à caractère personnel]

Cette thèse sera soutenue publiquement le 29 septembre 1997

Devant le Professeur J. ALARY Président du Jury

Mme A. RAVEL

Mme K. CLAVEL

REMERCIEMENTS

A Monsieur Guibert, mon maître de stage

A Madame Ravel

Pour son aide, ses conseils et le temps qu'elle m'a accordé pour ce travail

A Mademoiselle le professeur Alary

Pour avoir accepté d'être président de mon jury de thèse et pour son aide

A Madame Clavel

Qui, par l'intérêt qu'elle porte aux chevaux, a accepté de faire partie de mon jury de thèse

A Madame Neale

Pour sa participation à ma formation au sein de l'entreprise Rumenco

A Monsieur Cael

Pour la qualité de ses informations

ERRATA

L'alimentation du cheval

<u>Pages</u>	<u>Lignes</u>	
V, plan	26	" minéraux " et non pas : " minéaux "
3	7	" Si la plupart " et non pas : " Si la plus part "
3	11	" aient peu changé " et non pas : " aient peu changés "
41	31	" malnutrition, " et non pas : " mal-nutrition, "
42	10	" d'une très bonne " et non pas : " d'un très bonne "
66	30	" Les traitements " et non pas : " Les traieiment "
82	20	" cellulose brute " et non pas : " cellumlose brute "
93	11	" pourcentages " et non pas : " pourcentage "
94	23	" Les teneurs en sodium et en potassium peuvent se mesurer par photométrie... "
96	14	" être " et non pas : " être "
97	10 & 11	Ia = intensité de la fluorescence de l'extrait A Ib = inensité de la fluorescence de l'extrait B
100	5	" acétate d'éthyle " et non pas : " acétate d'éthyl "
105	10	" antibiotiques " et non pas : " antibiotique "
106	27	" à pH = 8 " et non pas : " aux pH 8 "
111	21	" additifs " et non pas : " additfs "
128	10	" and ' et non pas : " anf ' "
129	6	" Ann. Fals. Exp. Chim. " et non pas : " Ann. Fals. Chim. "
131	21	" Agricole " et non pas : " Agrcole "

PLAN

	Pages
INTRODUCTION.....	1
I GENERALITES SUR LA PHYSIOLOGIE DU CHEVAL.....	4
I.1 BESOINS	5
I.1.1) Profil et origine des besoins	5
I.1.2) Besoins énergétiques	6
I.1.2.1) Besoins qualitatifs	6
I.1.2.2) Besoins quantitatifs.....	7
I.1.3) Besoins en différents nutriments	10
I.1.3.1) Fibres	10
I.1.3.1.1) Les fibres solubles	10
I.1.3.1.1) Les fibres insolubles.....	11
I.1.3.2) Protéines.....	12
I.1.3.2.1) Notions et vocabulaire sur l'apport protéique.....	12
I.1.3.2.2) Besoins qualitatifs.....	13
I.1.3.2.3) Besoins quantitatifs	15
I.1.3.3) Lipides	15
I.1.3.4) Minéraux.....	17
I.1.3.4.1) Macroéléments.....	17
I.1.3.4.2) Oligoéléments.....	20
I.1.3.5) Vitamines	24
I.1.3.5.1) Vitamines liposolubles.....	24
I.1.3.5.2) Vitamines hydrosolubles	26
I.1.3.6) Matière sèche.....	27
I.1.3.7) Eau	28
I.2 DIGESTION ET DIGESTIBILITE	29
I.2.1) Digestibilité	29
I.2.2) Digestion des aliments chez le cheval.....	30
I.2.2.1) Bouche.....	30

I.2.2.2) Estomac.....	30
I.2.2.2.1) Action mécanique	30
I.2.2.2.1) Action biochimique	31
I.2.2.3) Intestin grêle.....	31
I.2.2.3.1) Protéines	31
I.2.2.3.2) Extrait non azoté ou ENA	32
I.2.2.3.3) Matières grasses.....	33
I.2.2.3.4) Minéraux	33
I.2.2.4) Gros intestin.....	33
I.2.2.4.1) Dégradation glucidique	34
I.2.2.4.2) Protéines et matières azotées.....	34
 I.3 PRINCIPAUX ACCIDENTS DUS A L'ALIMENTATION	 35
 I.3.1) Les troubles d'origine digestive	 35
I.3.1.1) Altération de la partie digestive antérieure	35
I.3.1.2) Troubles gastriques.....	36
I.3.1.2.1) Ulcères	36
I.3.1.2.2) Coliques gastriques	36
I.3.1.3) Coliques intestinales.....	36
I.3.1.4) Dysmicrobismes intestinaux.....	37
I.3.1.4.1) Changement brutal de régime.....	37
I.3.1.4.2) Déficit de lest	38
I.3.1.4.3) Excès de glucides fermentescibles	39
I.3.1.4.4) Excès de matières azotées dégradables	40
I.3.1.4.5) Utilisation d'antibiotiques.....	41
 I.3.2) Troubles osseux par erreurs alimentaires.....	 41
I.3.2.1) Ostéoporose	41
I.3.2.2) Rachitisme (sujet jeune) et ostéomalacie (sujet agé)	42
I.3.2.3) Ostéofibrose	42
I.3.2.4) Ostéochondrose	43
 I.3.3) Troubles musculaires	 43
I.3.3.1) Maladie du muscle blanc	43
I.3.3.2) Myoglobinurie paroxystique du cheval de puissance ou de sprint.....	44
I.3.3.3) Myosite d'épuisement du coureur de fond.....	44

II LES ALIMENTS	45
II.1 ALIMENTS DE BASE	46
II.1.1) Fourrages	47
II.1.1.1) Fourrages verts	47
II.1.1.2) Fourrages conservés	48
II.1.1.2.1) Foins.....	48
II.1.1.2.1.a) Foin de graminées	48
II.1.1.2.1.b) Foin de légumineuses.....	49
II.1.1.2.1.c) Foin de Crau	49
II.1.1.2.2) Ensilages	50
II.1.1.2.3) Fourrages déshydratés.....	50
II.1.2) La paille, sous produit de culture.....	51
II.1.3) Aliments grossiers autres que les fourrages.....	52
II.1.4) Aliments concentrés simples.....	52
II.1.4.1) Céréales.....	53
II.1.4.1.1) Les différentes espèces	53
II.1.4.1.1.a) L'avoine	53
II.1.4.1.1.b) Le maïs	53
II.1.4.1.1.c) L'orge.....	54
II.1.4.1.1.d) Le blé	54
II.1.4.1.2) Traitement des graines et des produits dérivés.....	55
II.1.4.2) Légumineuses.....	56
II.1.4.3) Tourteaux de graines oléagineuses	56
II.1.4.4) Fruits et sous produits	56
II.1.4.5) Sous produits d'origine animale	57
II.2 ALIMENTS TOXIQUES.....	58
II.2.1) Plantes toxiques	58
II.2.2) Mycotoxicoses	59
II.2.3) Toxines d'origine bactérienne	60

II.3 ALIMENTS COMPOSES	61
II.3.1) Composition	61
II.3.2) Gammes d'aliments	62
II.3.2.1) Les aliments complets	62
II.3.2.2) Les aliments complémentaires	63
II.3.3) Produits commerciaux	64
II.3.4) Fabrication	64
II.3.4.1) Secteur production	64
II.3.4.2) Processus de traitements thermiques	65
II.4 CALCUL D'UNE RATION	67
II.4.1) Bases pour l'établissement d'une ration	67
II.4.1.1) Besoins nutritionnels et apports alimentaires recommandés	67
II.4.1.2) Poids vifs et état corporel	68
II.4.2) Calcul de ration	69
II.4.2.1) Base de calcul	69
II.4.2.2) Méthode graphique de calcul de la ration journalière	70
II.4.2.2.1) Composition optimale d'une ration composée de deux aliments	70
II.4.2.2.2) Composition optimale d'une ration composée de trois aliments	71
II.4.2.3) Complémentation minérale et vitaminée	74
II.5 MARCHÉ	75
II.5.1) Industrie de l'alimentation animale	75
II.5.1.1) Segmentation des industries	75
II.5.1.2) Distribution	77
II.5.1.2.1) Vente	77
II.5.1.2.2) Concurrence	77
II.5.2) Industrie de l'alimentation cheval	78

III CONTROLES	79
III.1 CONTROLE DES COMPOSANTS.....	80
III.1.1) Echantillonnage.....	80
III.1.2) Critères d'estimation retenus par la profession	80
III.1.2.1) Foins	81
III.1.2.1.1) Caractères organoleptiques.....	81
III.1.2.1.2) Valeur énergétique	81
III.1.2.1.3) Valeur azotée.....	83
III.1.2.2) Paille	84
III.1.2.3) Ensilages.....	84
III.1.2.4) Grains.....	85
III.1.2.5) Aliments composés.....	85
III.1.3) Analyse chimique	86
III.1.3.1) Humidité.....	87
III.1.3.2) Cendres brutes	87
III.1.3.3) Glucides	88
III.1.3.3.1) Sucres simples.....	88
III.1.3.3.2) Amidon.....	89
III.1.3.3.3) Cellulose brute.....	90
III.1.3.4) Protéines.....	92
III.1.3.4.1) Méthode de Kjeldahl.....	92
III.1.3.4.2) Autres dosages	93
III.1.3.4.2.a) Dosage par CLHP des protéines de l'avoine	93
III.1.3.4.2.b) Dosage par Infra-Rouge de la matière protéique des orges .	93
III.1.3.5) Matières grasses	94
III.1.3.6) Eléments minéraux	94
III.1.3.6.1) Sodium et Potassium	94
III.1.3.6.2) Calcium et magnésium.....	95
III.1.3.7) Vitamines	96
III.1.3.7.1) Vitamine A	96
III.1.3.7.2) Vitamine B ₁	96

III.2 RECHERCHE DES CONTAMINANTS.....	98
III.2.1) Recherche de mycotoxines.....	98
III.2.1.1) Aflatoxine B1	98
III.2.1.2) Fumonisine.....	98
III.2.1.3) Ochratoxines	99
III.2.2) Recherche de contaminants	100
III.2.2.1) Théobromine	100
III.2.2.2) Morphine	101
III.2.3) Recherche d'antibiotiques.....	103
III.2.3.1) Recherche de tétracyclines.....	103
III.2.3.1.1) Chromatographie sur papier	103
III.2.3.1.2) Chromatographie sur couche mince (CCM)	104
III.2.3.1.3) Chromatographie liquide haute performance (CLHP)	105
III.2.3.1.4) Diffusion sur gelose	105
III.2.3.2) Recherche d'un mélange d'antibiotique par électrophorèse.....	106
III.2.4) Recherche de résidus	107
III.2.4.1) Insecticides	107
III.2.4.2) Métaux	108
 IV LEGISLATION.....	 109
IV.1 DEFINITIONS ET DENOMINATIONS.....	110
IV.1.1) Ingrédients	111
IV.1.2) Aliments simples	111
IV.1.3) Aliments composés	112
IV.1.4) Aliments d'allaitement	112
IV.1.5) Produits azotés	113
IV.1.6) Définition et autorisation des additifs	113

IV.2 ETIQUETAGE	114
IV.2.1) Ingrédients (matières premières)	115
IV.2.2) Aliments simples	115
IV.2.2.1) Mentions obligatoires	115
IV.2.2.2) Mentions facultatives.....	116
IV.2.2.3) Exemple.....	116
IV.2.3) Aliments composés	117
IV.2.3.1) Mentions obligatoires	117
IV.2.3.2) Mentions facultatives.....	118
IV.2.4) Produits azotés	118
IV.2.5) Additifs.....	118
IV.2.5.1) Mentions obligatoires	118
IV.2.5.2) Mentions facultatives.....	119
IV.3 CONDITIONS DE COMMERCIALISATION	119
IV.3.1) Substances et produits indésirables	119
IV.3.2) Aliments simples	120
IV.3.3) Aliments composés	120
IV.3.4) Additifs.....	120
IV.4 REGLEMENTATION RELATIVE AUX CONTROLES	121
IV.4.1) Aliments simples	121
IV.4.2) Aliments composés	122
CONCLUSION	123
BIBLIOGRAPHIE	126

ANNEXES	132
ANNEXE I : Concentration nutritive optimum de la ration par kg de MS	133
ANNEXE II : Tables de la composition chimique et de la valeur nutritive des aliments	134
ANNEXE III : Teneurs en vitamines de quelques aliments.....	140
ANNEXE IV : Principales intoxications végétales chez le cheval.....	141
ANNEXE V : Liste des ingrédients des aliments Main-Ring (34)	143
ANNEXE VI.a : Brochure des aliments UAR	144
ANNEXE VI.b : Brochure des aliments Destrier	149
ANNEXE VI.c : Brochure des aliments Royal Horse.....	152
ANNEXE VI.d : Brochure des aliments France Luzerne	154
ANNEXE VII : Liste de quelques aliments français et des sociétés qui les produisent.....	156
ANNEXE VIII : Exemples des mentions d'étiquetage d'aliments simples (tourteaux).....	157
ANNEXE IX : Modèle de présentation d'une étiquette pour un aliment complet	159
ANNEXE X : Exemples des mentions d'étiquetage d'aliments composés	160

Liste des tableaux

TABLEAU I : Recommandations pour l'apport protéique (g MADC / UFC)	15
TABLEAU II : Antioxydants légaux en alimentation animale	17
TABLEAU III : Recommandations pour l'apport en oligoéléments (mg / kg MS)	23
TABLEAU IV : Recommandations pour l'apport vitaminique (UI / jour / cheval)	25
TABLEAU V : Recommandation pour l'apport en matière sèche (kg / 100 kg de PV).....	27
TABLEAU VI : Apports journaliers pour un cheval de poids vif adulte de 500 kg.....	68
TABLEAU VII : Guide de la composition des rations	72
TABLEAU VIII : Fiche de rationnement.....	73
TABLEAU IX : Composition théorique moyenne du complément minéral et vitaminique ..	74
TABLEAU X : Ensembles stratégiques.....	76
TABLEAU XI : Schéma pour la distribution des aliments complets et complémentaires	77
TABLEAU XII : Estimation de la digestibilité de la matière organique des foins en fonction de leur teneur en cellulose brute	83
TABLEAU XIII : Estimation de la teneur MAD (g / kg MS) des foins à partir de la teneur MAT (g / kg MS)	84
TABLEAU XIV : Prévision de la valeur UFC de 100 kg de matière organique d'aliment composé	86
TABLEAU XV : Plan de culture des sols.....	102
TABLEAU XVI : Produits et sous produits du traitement des substances végétales	116

INTRODUCTION

INTRODUCTION

ANTE VIAM EQUUS

La présence du cheval aux cotés des hommes est ancestrale.

Les chevaux indiens vivaient au milieu des tipis, en Russie les chevaux des plateaux sont la plus grande fierté des Mongoles, en Afrique les pur-sang partagent la tente des hommes, en Europe sa force et sa noblesse sont objet d'admiration etc ...

Comme c'est le cas pour de nombreuses espèces vivantes, la diversité des races est en lien étroit avec les régions où, pour survivre, le cheval a dû s'adapter au climat et surtout au type d'alimentation.

Ainsi les Shetland et Conémara, poneys d'Irlande n'auront pas les mêmes exigences alimentaires qu'un pur-sang anglais, dont les côtes peuvent être apparentes sans lien avec une sous alimentation.

Il est reconnu que l'intégrité du squelette du cheval, ses performances musculaires, autant dire sa santé tout entière, dépendent d'une alimentation saine et d'une bonne digestion, pour preuve le dicton : "tout le cheval est dans son intestin".

Le cheval peut être utilisé pour des compétitions sportives, à condition que son état de santé soit très satisfaisant. Or la santé des chevaux dépend en grande partie de leur alimentation, justifiant l'intérêt de ce sujet.

Nous étudierons, en premier lieu, les besoins alimentaires des chevaux, comme notamment leurs besoins spécifiques en fibres. Nous étudierons aussi les deux principaux types de digestion (enzymatique et microbienne) des aliments chez le cheval. Nous essaierons de montrer que la connaissance de la physiologie digestive de l'animal est indispensable pour éviter les erreurs alimentaires graves et pour optimiser l'utilisation des aliments.

Nous passerons en revue les principaux aliments utilisés pour répondre aux besoins que nous aurons préalablement énoncés. Si la plus part des rations sont simplement composées d'une partie concentrée et d'une partie fourragère, les proportions doivent être établies avec rigueur et leur composition doit satisfaire les besoins évalués.

Les aliments fabriqués recouvrent aujourd'hui des formes différentes bien que les produits de base, en grande majorité d'origine végétale, aient peu changés. Nous présenterons différents types de produits dont la diversité résulte de l'évolution de l'alimentation du cheval simultanément à celle du secteur agro-alimentaire. Les aliments pour chevaux ne représentent en fait qu'un très faible pourcentage de l'alimentation animale, d'ailleurs la fabrication et le développement des aliments pour chevaux sont souvent investis par des fabricants d'aliments pour bétail et autres animaux.

Il sera intéressant ensuite de présenter les contrôles et les analyses qui peuvent être effectués sur les aliments pour chevaux afin de s'assurer de leur qualité et d'en confirmer la composition. En effet la fragilité digestive du cheval d'une part et l'exigence des acheteurs d'autre part, incitent les fabricants à soumettre leurs produits à de nombreuses analyses.

Ensuite nous présenterons le cadre légal auquel appartiennent les aliments pour chevaux, en nous inspirant essentiellement des textes plus généraux concernant les aliments pour animaux.

Cette étude de l'alimentation du cheval fait suite à un stage, réalisé dans une entreprise anglaise d'aliments pour chevaux, qui a confirmé l'intérêt que l'on peut porter à ce sujet.

Notre travail a consisté principalement en une recherche bibliographique des études les plus récentes concernant l'alimentation du cheval.

I GENERALITES SUR LA PHYSIOLOGIE DU CHEVAL

I GENERALITES SUR LA PHYSIOLOGIE DU CHEVAL

Comme toutes les espèces animales, le cheval, pour couvrir les dépenses physiologiques de son organisme, a besoin d'éléments nutritifs et d'eau, fournis par la consommation d'aliments digestibles.

I.1 BESOINS

La liste des éléments nécessaires à l'alimentation du cheval n'est pas exhaustive et la recherche dans ce domaine est relativement récente. Les informations que l'on peut trouver concernant les besoins alimentaires des chevaux sont très réservées et il est souvent précisé que des études supplémentaires sont nécessaires pour affirmer avec certitude que les données sont entièrement fiables.

Nous envisageons de donner les lignes directrices concernant les besoins alimentaires du cheval, tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif.

I.1.1) Profil et origine des besoins

Les besoins des chevaux sont généralement scindés en deux groupes :

* Les besoins d'entretien

On entend par besoins d'entretien, tous les apports nutritionnels nécessaires à un cheval qui n'est pas sollicité pour une activité.

Ils sont le reflet des dépenses de la vie des animaux dans des conditions normales d'élevage. Ces dépenses prennent en compte les fonctions vitales de l'organisme (au même titre que pour tous les mammifères):

- la respiration
- la circulation sanguine
- la sécrétion
- l'excrétion des aliments
- l'activité cellulaire
- le renouvellement des tissus
- l'ingestion et la digestion

* Les besoins de production

Aux besoins d'entretien, peuvent s'ajouter des besoins dits de production. Ils prennent en compte les efforts physiques, la lutte contre le froid etc... Ce type de besoin est lié à la nature et à l'intensité de l'activité du cheval :

- Travail musculaire cheval de sport
- Elaboration d'un foetus et reproduction poulinière et étalon
- Croissance élevage (yearlings et weanlings)

Les "yearlings" sont les poulains nés dans l'année et les weanlings sont les poulains juste sevrés.

Globalement les besoins totaux augmentent avec le poids vif de l'animal.

Ces besoins de différentes natures ont pour but de fournir d'abord et surtout l'énergie indispensable au fonctionnement de l'organisme, carburant de la vie. L'apport énergétique est déterminant pour définir correctement les éléments les plus à même de fournir l'énergie sous sa forme la plus appropriée.

Les besoins sont présentés par catégories, citons les glucides solubles (de façon plus large on peut voir cités les hydrates de carbones solubles sous entendu dans l'eau), les lipides et les protéines. Ces trois catégories sont susceptibles de contribuer à l'apport énergétique, mais peuvent être utilisées dans des buts bien différents.

Les besoins, qui contribuent indirectement à mettre à profit cette énergie sont principalement des besoins en fibres, matières azotées, minéraux, vitamines et eau.

La matière sèche est à prendre en compte dans le cadre de l'évaluation quantitative des besoins.

I.1.2) Besoins énergétiques

I.1.2.1) Besoins qualitatifs

La valeur énergétique des aliments et les besoins énergétiques des chevaux sont généralement exprimés, en France, en Unité Fourragère Cheval, soit UFC.

Cette unité est la valeur énergétique d'un kilogramme brut d'orge, qui est l'aliment de référence en alimentation équine. La valeur de l'UFC des aliments correspond donc à la valeur énergétique nette par rapport à celle d'un kg d'orge moyenne.

Il faut noter que dans d'autres pays et parfois aussi en France, l'énergie n'est pas exprimée en UFC mais simplement en mégajoules (MJ) ou bien en kilo-calories (Kcal. ; 1 cal. = 4,185 J) par kg de matière sèche (MS) plutôt que par kilogramme d'aliment brut. Cette énergie exprimée en MJ est appelée énergie digestible (ED).

Plusieurs dénominations d'énergie existent, selon le stade d'utilisation des aliments. Ce sont :

E = énergie totale,

E brute = E initiale,

E digestible, notée ED = E brute - E éliminée dans les fécès,

E métabolisable = E digestible - E éliminée dans les urines (en composés azotés) et par les gaz intestinaux (méthane),

E nette = E métabolisable - les frais d'utilisation alimentaire (cette énergie nette est disponible pour l'entretien et la production).

L'unité énergétique américaine considère l'énergie digestible en Kcal., tandis que l'unité énergétique française, UFC, exprime l'énergie nette.

Les conversions sont possibles à l'aide de tables, en ce qui concerne la valeur énergétique des aliments, il est possible de convertir en utilisant l'orge comme référence (voir chapitre II concernant les aliments), il est par contre plus difficile de convertir les unités concernant les besoins énergétiques.

La valeur énergétique nette des aliments dépend donc :

- de la digestibilité de leurs constituants,
- des pourcentages absorbés fournis par les produits terminaux de la digestion (glucose, acides aminés, acides gras longs, acides gras volatils),
- de l'efficacité respective de leur utilisation dans l'organisme.

I.1.2.2) Besoins quantitatifs

Les apports énergétiques des différents aliments, constituant une ration, s'additionnent et s'expriment en UFC.

Les besoins énergétiques d'entretien et de production, relatifs aux différentes activités du cheval s'additionnent aussi et s'expriment en UFC.

A titre d'exemple, quelques valeurs énergétiques en UFC / kg d'aliment brut :

Paille de céréales	0,29 à 0,35	Avoine	0,88
Foin de prairie naturelle	0,38 à 0,57	Orge	1
Foin de luzerne	0,43 à 0,54	Maïs	1,14

L'énergie à fournir pour une ration est largement dépendante de l'activité du cheval. Les activités sont regroupées en quatre grandes catégories que sont l'entretien (soit l'absence d'activité), le travail, la croissance et l'activité relative à la reproduction comprenant la gestation, la lactation des juments et la monte des étalons.

Certains auteurs (12) donnent pour le calcul de l'énergie nécessaire à l'entretien, une équation utilisant comme paramètre le poids vif (PV) du cheval :

$$\text{Energie digestible, ED (Mcal /jour)} = 1,4 + 0,03 \text{ PV}$$

Cependant cette équation reste à utiliser avec précaution et ne s'applique pas aux chevaux lourds de plus de 600 kg pour lesquels l'apport énergétique est surestimé. Il est difficile d'évaluer les besoins et par exemple, il est parfois avancé que les chevaux lourds sont moins spontanément actifs que les chevaux légers, en revanche ils consommeraient plus d'énergie lorsqu'ils fournissent un travail.

Nous n'insisterons jamais trop sur l'importance d'adapter le montant énergétique offert au cheval, en fonction de ses besoins. En effet, les déficiences énergétiques sont à éviter, mais plus encore les excès énergétiques, très courants à l'heure actuelle, qui peuvent avoir des conséquences dramatiques, comme nous le verrons ultérieurement.

*** La croissance (45) :**

Il est prouvé que les apports énergétiques excessifs chez le poulain favorisent l'incidence des dyschondroplasies, maladie orthopédique du développement. L'INRA (23) donne de nombreuses indications.

Exemple d'apport pour un poulain de poids adulte prévu de 500 kg :

MOIS D'AGE	UFC / JOUR
8 à 12	4,5 à 5,5
20 à 24	6 à 6,8
32 à 36	6 à 6,5

*** Gestation et lactation :**

Il est couramment admis aujourd'hui que les juments pleines n'ont pas besoin d'une ration augmentée avant le huitième mois. Après cela l'apport énergétique peut être accru de 11% le neuvième mois, de 13% le dixième mois et de 20% le onzième mois, par rapport à l'apport énergétique d'entretien. Durant le premier mois de lactation, les besoins en énergie sont quasiment doublés. L'INRA (23) propose des valeurs énergétiques moyennes pour tous les chevaux.

Exemple d'apport pour une jument d'un poids normal de 500 kg :

	Jument gestante			Jument allaitante		
MOIS	8 et 9	10	11	1	2 et 3	4
UFC/jour	4,6	5,2	5,3	9,8	8,4	6,8

Pour les étalons en saison de monte, l'apport énergétique peut être augmenté de 25% par rapport à l'énergie nécessaire à l'entretien de ce cheval.

* Travail :

Il existe des échelles de valeurs (23 & 45) qui classent le travail du cheval en trois catégories.

L'augmentation d'énergie digestible conseillée, toujours relativement à l'entretien est :

+ 25% pour un travail léger,

+ 50% pour un travail modéré,

+ 100% pour un travail intense.

De nombreuses indications sont donc à la disposition des intéressés, sur les montants énergétiques à offrir. L'annexe I présente quelques valeurs énergétiques concernant la concentration nutritive de la ration. Le plus souvent les discordances sur les valeurs sont infimes.

Cependant cette énergie peut être fournie par des aliments de composition très différente et le choix des aliments reste le domaine le moins éclairci à l'heure actuelle.

Les glucides solubles sont indispensables pour les chevaux athlètes, cependant l'utilisation des corps gras et des protéines en proportion correcte est très mal connue et souvent discutée.

Il faut donc retenir qu'un régime qui se veut riche en énergie doit apporter tous les éléments favorisant les réserves adéquates en glycogène, qu'un cheval au travail peut normalement stocker en grande quantité. Une consommation trop élevée en glucides solubles engendre très souvent des troubles digestifs et circulatoires. Le stockage du glycogène n'est pas optimisé par des apports élevés en glucose. Le NRC (National Research Council) comme beaucoup d'auteurs propose un ratio "aliments concentrés / foin" de "65 / 35" pour les chevaux au travail intense. Les aliments concentrés sont les aliments riches en énergie (céréales), donc pour limiter les apports en énergie il faut diminuer la valeur de ce rapport.

Toutefois, les besoins énergétiques ont différents aspects et des études (11) montrent qu'un travail de courte durée sollicite beaucoup moins les réserves en glycogène qu'un travail d'endurance.

D'autre part l'utilisation des corps gras comme source énergétique reste encore mal connue. Les lipides pourraient diminuer la formation de lactate pendant l'exercice.

Toutes ces données tendent à justifier l'arrivée sur le marché d'aliments très diversifiés qui prétendent s'adapter aux besoins des chevaux en fonction de leur discipline.

I.1.3) Besoins en différents nutriments

I.1.3.1) Fibres

L'énergie, comme nous venons de le voir, provient principalement du glucose issu de la digestion enzymatique des sucres et de l'amidon (glucides solubles).

Les fibres sont définies par opposition, comme l'ensemble des composés glucidiques indigestibles par voie enzymatique. Ainsi les fibres ne sont digérées que par fermentation microbienne prenant place majoritairement dans le caecum et dans le côlon. Elles sont, à ce titre, parfois appelées glucides enzymorésistants.

La fermentation caecolique produit des acides gras volatils (AGV) à partir des fibres digestibles. Le rendement énergétique des fibres est faible et elles ne peuvent couvrir plus de 1/4 à 1/3 des besoins d'énergie.

On divise les fibres en deux catégories, les solubles et les insolubles.

I.1.3.1.1) Les fibres solubles

Elles sont représentées par les :

- les substances pectiques (pulpes de betteraves et d'agrumes),
- les gommés et les mucilages,
- une part de l'hémicellulose (graines et issues).

Grâce à leurs propriétés gélifiantes ou viscosogènes, les fibres influent sur la satiété, la vitesse de digestion et sur la régulation de la glycémie et de l'insulinémie, de la lipémie et de la cholestérolémie.

Cependant, ce type de fibre est très fermentescible, tout particulièrement les substances pectiques. Elles ont pour effet d'augmenter les flatulences, l'acidité du milieu intestinal et l'humidité des fécès. L'hémicellulose, peut-être plus modérément fermentescible, contribue d'avantage au "moulage" du bol fécal.

Leurs effets bénéfiques sont dûs aux acides gras volatils, produits antimicrobiens, qui contribuent autant à l'hygiène digestive qu'à la résorption d'électrolytes (sodium et potassium).

Les inconvénients relatifs à la fermentescibilité des fibres solubles sont :

- l'inflammation de la paroi intestinale due à la formation de gaz, d'acides gras volatils (acide acétique et butyrique) et d'acide lactique qui s'ajoutent aux endotoxines, menant trop souvent à des diarrhées,
- la diminution de la digestibilité des protéines et de l'absorption du sodium et du potassium.

I.1.3.1.2) Les fibres insolubles

Se sont principalement :
- la cellulose vraie (constituant essentiel),
- la lignine, la cutine, la subérine, qui imprègnent la cellulose.

Elles ont un effet négatif sur la digestibilité qu'elles ralentissent et diminuent en termes de rendement.

Les fibres insolubles sont une source de lest, contenu indigestible (et support du futur bol fécal) qui permet le balayage digestif indispensable. En facilitant l'insalivation, elles favorisent la vidange de l'estomac dans l'intestin grêle. Elles stimulent la motricité intestinale et la régularité du flux des digesta, ce qui permet de se prémunir des stases et des auto-intoxications. En cela elles préviennent les constipations par l'évacuation de tout substrat trop fermentescible ou putrescible.

L'action mécanique du lest a pour conséquence de stimuler la sécrétion pancréatique d'amylase, c'est à dire de diminuer les risques de fermentation par les glucides amylacés, d'accélérer le transit et d'augmenter l'humidité des crottins.

Cependant, la cellulose vraie (en grande quantité dans les carottes et les fourrages jeunes) est très peu fermentescible, mais sert de diluant alimentaire. Entre autres, les polysaccharides non amylacés (les β glucanes présents dans l'orge et l'avoine) ont un rôle important, puisqu'ils favorisent la prolifération microbienne. La lignine a pour effet principal de diminuer la digestibilité. Ce type de fibre est donc d'autant plus mauvais pour la digestion que la cellulose est lignifiée, comme c'est le cas des fourrages récoltés après la montaison ou l'épiaison. A ce titre, la paille de blé délignifiée à la soude présente une meilleure digestibilité (paragraphe II.1.2).

Les fibres, dans leur ensemble, représentent un apport énergétique faible mais elles permettent d'augmenter la durée d'ingestion et contribuent à une bonne hygiène mentale. En effet la quantité de fibres à mâcher permet de calmer le cheval nerveux et d'occuper le cheval mélancolique qui échappe ainsi à l'ennui. La quantité de fibre à mâcher peut être réduite si le temps de consommation des aliments concentrés est augmenté par la taille des granulés, ou leur consistance.

On comprend en conséquence aisément que les apports en fibres sont essentiels. L'absence de fibre est inconcevable en alimentation équine. Il faut trouver un équilibre pour assurer la digestibilité en limitant les fourrages trop lignifiés et permettre une hygiène digestive, c'est à dire entretenir la fermentation.

La fraction de lest peut être diminuée pour les chevaux en croissance et ceux fournissant un travail intense. Tout excès de lest diminue la digestibilité et favorise les obstructions intestinales, tandis qu'un défaut de lest favorise l'augmentation de fermentescibilité qui conduit inévitablement à des dysmicrobismes, des diarrhées, des hépatoses, une sensibilité allergique accrue.

R. Wolter (45) indique à titre de conseil que les apports en fibres (en % pondéral) doivent se situer entre 15 et 18% de cellulose brute, sur l'ensemble de la ration quotidienne.

I.1.3.2) Protéines

Les matières azotées sont le principal constituant de la matière vivante, apportées sous la forme d'acides aminés qui permettent la synthèse protéique (3). Les apports en protéines doivent répondre aux besoins protéiques bien évidemment, mais aussi tenir compte de la capacité du cheval à les utiliser (paragraphe I.2).

Les acides aminés absorbés au niveau de l'intestin grêle proviennent de la protéolyse enzymatique. Les protéines qui parviennent dans le gros intestin sont dégradées en ammoniac. L'ammoniac n'a pas de valeur nutritive ; il peut, soit être incorporé aux protéines bactériennes, soit ne pas être utilisé. Peu d'éléments protéiques (acides aminés) sont apportés par la fermentation bactérienne qui s'effectue dans le gros intestin et les acides aminés, dont certains sont indispensables (AAI), doivent être apportés par l'alimentation, bien que les besoins soient encore mal connus.

I.1.3.2.1) Notions et vocabulaire sur l'apport protéique

On différencie les matières azotées totales (MAT) de la ration de celles qui sont digestibles alors appelées matières azotées digestibles (MAD).

En France, la valeur protéique d'un aliment doit rendre compte du montant d'acides aminés absorbables. Cette valeur est appelée Matière Azotée Digestible Cheval, soit MADC, et considère le petit intestin comme site d'absorption des acides aminés. Alors que le système américain exprime les teneurs protéiques en matières azotées totales (MAT), ne tenant pas compte des pertes mal connues au cours de leur utilisation.

La valeur azotée des aliments dépend :

- de la teneur en matière azotée totale (M A T),
- du pourcentage de protéines et de matière azotée non protéique,
- de la digestibilité,
- des proportions digérées dans l'intestin grêle et le gros intestin.

On considère que 100 g MAD d'aliments concentrés fournissent 100g MADC, tandis que 100g MAD de fourrages fournissent seulement 70 à 90 g MADC. La teneur MADC est nulle pour les pailles de céréales, varie de 30 à 70g/kg pour les foins, et est supérieure à 70 g/kg pour les autres aliments.

L'évaluation des MADC des aliments est parfois présentée autrement, en effet l'azote non protéique est inefficace sur le plan métabolique c'est à dire qu'il n'est pas valorisé par l'intermédiaire de la microflore, ce qui permet de calculer approximativement les MADC en otant aux MAD :

- 10% pour les fourrages verts,
- 15% pour les foins et fourrages déshydratés,
- 30% pour les ensilages d'herbe.

Les MADC permettent l'évaluation de la quantité d'acides aminés, apportée par chaque aliment, et donc de prévoir des substitutions alimentaires basées essentiellement sur ces apports en acides aminés.

Les apports azotés des différents aliments d'une ration, exprimés en gramme de MADC s'additionnent. Les besoins azotés d'entretien et de production pour les différentes catégories de chevaux, exprimés en grammes de MADC par jour s'additionnent aussi.

I.1.3.2.2) Besoins qualitatifs

Les acides aminés absorbés seront utiles à l'entretien et au travail, à la croissance et à la reproduction (monte, gestation et lactation).

Les exigences qualitatives supposées en acides aminés indispensables ne sont pas connues exactement, il n'est donc pas possible de prévoir le rendement métabolique des protéines digestibles (soit leur "valeur biologique").

* Entretien

Les besoins semblent facilement satisfaits, ne serait-ce que par les fourrages (herbes et foins) qui comportent habituellement des protéines de bonne qualité et en proportion apparemment surabondante.

Toutefois, les ensilages mal conservés ainsi que l'herbe jeune et les feuilles de betterave sont des aliments riches en azote non élaboré dont l'efficacité métabolique est très faible.

* Travail

Les protéines sont souvent considérées comme des substances susceptibles d'améliorer les performances du cheval. Dans ce cadre, des essais ont voulu vérifier si les apports protéiques pouvaient influencer les performances (11 & 12).

L'administration au cheval, d'un mélange d'acides aminés (leucine, isoleucine, valine, glutamine, et carnitine) 30 minutes avant l'exercice a montré que le lactate produit pendant l'exercice était diminué, ceci pourrait résulter d'une augmentation de la capacité oxydative. Cependant aucune relation n'est établie entre des apports spécifiques en acides aminés et une progression significative des performances. Il convient cependant de respecter la qualité des apports protéique et azoté comme stipulé dans le paragraphe précédent.

En revanche, les effets néfastes des protéines sont connus et d'ailleurs couramment dénoncés maintenant. En effet, les protéines :

- ne sont pas une source efficace d'énergie, puisque l'utilisation alimentaire nécessaire à l'excrétion azotée consomme beaucoup d'énergie, il s'agit donc de toujours respecter le ratio protéines / énergie en alimentation équine,
- modifient le métabolisme du glycogène sans que le stock dans le foie et les muscles ne soit modifié,
- augmentent les besoins en eau,
- augmentent les concentrations plasmatiques en urée et consécutivement dans le tractus intestinal, exposant ainsi à de plus hauts risques d'enteroxémie,
- augmentent l'excrétion d'ammoniac qui expose des chevaux en box à des problèmes respiratoires.

* Croissance et reproduction

C'est peut-être le seul cas où des besoins qualitatifs sont établis de façon affirmative. La lysine est le premier acide aminé limitant de la croissance des jeunes chevaux, le deuxième est la thréonine (11 & 12). Les sources de complémentation, notamment pour les juments gestantes et allaitantes ou pour les poulains, peuvent être des poudres de lait, des farines de poissons, du tourteau de soja ou de la farine de luzerne qui sont des aliments riches en lysine.

D'autres acides aminés ont été étudiés comme la carnitine et la carnosine, mais leur concentration musculaire ne peut pas être augmentée par des apports alimentaires.

I.1.3.2.3) Besoins quantitatifs

Quantitativement, la plupart des auteurs mettent en garde contre les abus d'apports protéiques, surtout pour les chevaux de sport en raison des inconvénients cités ci-dessus. Il reste cependant vrai que le travail du cheval justifie un supplément protéique qui doit être accompagné d'un apport énergétique adéquat (tableau I). Le NRC conseille de ne pas dépasser 2g / kg de poids vif (PV) pour un cheval adulte et un apport de 2,6 g / kg de PV pour un cheval fournissant un travail intense.

Tableau I : Recommandations pour l'apport protéique (g MADC / UFC) (23)

	Entretien	Travail	Croissance	Gestation	Lactation
MADC en g / UFC	70	70	Présevrage : 130 Puis : 110 à 120	70 à 85	90

On peut noter ici que les produits actuellement sur le marché dépassent ces taux conseillés, par exemple pour les chevaux de sport, les aliments proposant 11 à 12% de MADC, équivalentes à près de 130 g de MADC/UFC sont amplement suffisants et ceux entre 14 et 15% de MADC soit environ 160 à 170 MADC/UFC sont inutiles et dangereux.

Concernant la lysine et la thréonine nécessaires aux chevaux en croissance, le NRC fait les propositions suivantes (9) : 0,65% de lysine et 0,51% de thréonine peuvent être apportés par des aliments contenant 12% de protéines brutes complétés avec 0,2% de lysine et 0,1% de thréonine, soit par des aliments comprenant 14,5% de protéines brutes.

I.1.3.3) Lipides

Les besoins lipidiques sont encore très peu définis, étant donné que leur mise à profit par les chevaux reste mal connue. Leur utilisation est discutée et parallèlement de plus en plus prônée par nombreux auteurs. R.Wolter (45) pense que les matières grasses alimentaires sont très bien digérées par les équidés et constituent une source énergétique concentrée. Il présente les éléments apportés par les lipides et leur implication dans l'organisme.

Les graisses alimentaires fournissent les acides polyinsaturés indispensables que sont les acides gras essentiels ou AGE. Classiquement, on peut présenter deux séries d'AGE :

- La série ω 6 (ou n-6) dont le chef de file est l'acide linoléique présent dans l'huile de maïs, de tournesol et de pépins de raisin. Ses métabolites permettent la synthèse des prostaglandines des séries 1 et 2.

- La série ω 3 (ou n-3) a pour chef de file l'acide α linoléique très abondant dans l'herbe jeune, la graine de lin et l'huile de soja. Les dérivés supérieurs, tels que l'acide eicosapentaénoïque directement précurseur des prostaglandines de la série 3, sont abondants dans les huiles de poisson.

On peut rappeler les implications des prostaglandines, apparentées à des hormones très fugaces, aux effets parfois opposés. Elles influencent :

- la motricité des fibres musculaires impliquées dans le péristaltisme intestinal (diarrhée), le diamètre bronchique (asthme), la circulation sanguine,
- la reproduction (régression du corps jaune ovarien)
- la protection cutanée,
- l'immunité, cellulaire comme humorale.

Rappelons que les prostanoïdes de la série 2 sont essentiellement procoagulantes, proinflammatoires, proallergéniques et immunodépresseives, alors que les prostanoïdes des séries 1 et 3 ont des propriétés anticoagulantes, antiinflammatoires, hypoallergéniques et immunostimulantes.

Les huiles de maïs et de tournesol sont appétentes, facilement digestibles et riches en AGE. Leur utilisation a permis d'obtenir des améliorations significatives des performances en endurance.

Outre ces effets dus aux AGE, les lipides pourraient être un moyen d'augmenter les apports énergétiques et les avantages de leur utilisation reposent sur l'absence de dysmicrobisme caecoliques, leur bonne acceptabilité, l'absence d'hyperglycémie et d'hyperinsulinémie postprandiale qui apparaissent après l'administration d'importantes quantités de glucides solubles.

Plusieurs essais (11), tentent de montrer les bénéfices de l'utilisation des matières grasses sur les performances des chevaux d'endurance. Les lipides seraient impliqués lors de l'activité digestive anaérobie. La raison la plus invoquée est l'économie de glycogène et la meilleure mobilisation des acides gras libres (AGL). L'utilisation des lipides tient à leur densité énergétique qui permet d'augmenter l'apport d'énergie avec des quantités ou des volumes d'aliments, restreints.

Le ratio "lipides / glucides" et le type d'exercice fourni par le cheval seraient des facteurs influençant l'utilisation des lipides.

L'utilisation de compléments lipidiques nécessite parfois de suppléer parallèlement les apports en magnésium dont la concentration dans les tissus adipeux diminue la disponibilité.

Il convient lors de l'utilisation de produits concentrés en lipides (21), de se garantir de leur parfaite qualité puisque le rancissement, outre l'inappétabilité qu'il engendre, détruit les acides gras essentiels et certaines vitamines (A et E). Les antioxydants biologiques tels que les tocophérols (vitamine E) et le carotène sont eux mêmes oxydables et peuvent être protégés par des antioxydants chimiques qui, pour être pleinement efficaces, doivent être introduits très précocement dans les lipides alimentaires. A ce titre la liste des additifs antioxydants, légalement autorisés actuellement en alimentation animale, est présentée dans le tableau II.

Tableau II : Antioxydants légaux en alimentation animale (45)

N° CEE	ADDITIFS ANTIOXYDANTS	N° CEE	ADDITIFS ANTIOXYDANTS
E 300	Acide L-ascorbique	E 308	Gamma-tocophérol de synthèse
E 301	L-ascorbate de sodium	E 309	Delta-tocophérol de synthèse
E 302	L-ascorbate de calcium	E 310	Gallate de propyle
E 303	Acide diacétyl-5,6-L-ascorbique	E 311	Gallate d'octyle
E304	Acide palmityl-6-L-ascorbique	E 312	Gallate de dodécyle
E 306	Extraits d'origine naturelle riches en tocophérols	E 320	Butylhydroxyanisol (BHA)
E 307	Alpha-tocophérol de synthèse	E 321	Butylhydroxytoluène (BHT)
		E 324	Eyhoxyquine

I.1.3.4) Minéraux

Les minéraux constitutifs structuraux, régulateurs des échanges cellulaires et activateurs des réactions biologiques sont irremplaçables. Ils sont indispensables à la majeure partie des mammifères avec des particularités propres à chaque espèce, ce que nous ne précisons pas par la suite mais qui reste valable pour nombre des nutriments cités. Le tableau I de l'annexe I donne quelques valeurs concernant leur apport dans la ration journalière.

I.1.3.4.1) Macroéléments

Ce sont des constituants des tissus :

P = Phosphore ; Ca = Calcium ; Mg = Magnésium ; Na = Sodium. ; K = Potassium

* Calcium et phosphore

- Rôle :

Ces deux éléments sont particulièrement importants pour le développement osseux du cheval en croissance, la minéralisation du squelette et la sécrétion lactée. En effet les juments en gestation ou lactation ont des besoins 1,5 à 2,5 fois plus élevés que ceux d'un cheval à l'entretien.

Le rapport phosphocalcique est un critère pour vérifier régulièrement les apports de l'un et l'autre de ces constituants et pour prévenir les affections osseuses. Il doit rester supérieur à 1 pour éviter une plus grande sensibilité aux fractures.

Ces deux éléments sont impliqués dans les maladies développementales orthopédiques et le rapport des deux affecte entre autres, la longueur des os chez le cheval en croissance.

Les déficiences en calcium ont des répercussions importantes, comme l'hyperparathyroïdie, surtout dans le cas de surcharge en phosphore. Les excès de calcium, qui peuvent se rencontrer lors de la consommation de fourrages de légumineuses (luzerne déshydratée), ne sont pas graves tant que le rapport phosphocalcique est maintenu à une valeur stable inférieure à 3. Au delà le calcium peut gêner l'absorption d'autres minéraux tels le zinc, le manganèse, le fer et le cuivre.

Par contre, le phosphore peut se retrouver très facilement en excès (résultat du large emploi des céréales). Sous forme d'acide phytique, le phosphore est très mal utilisé par le cheval. Les excès de phosphore induisent une déminéralisation osseuse correspondant à l'ostéofibrose.

Les excès de calcium, comme de phosphore, accompagnés d'un apport énergétique conséquent favorisent les dyschondroplasies.

Par conséquent, la bonne minéralisation de l'os impose le respect de points essentiels tels qu'un apport suffisant de calcium et de phosphore assimilable, la valeur du rapport phosphocalcique et l'adaptation des apports en vitamine D, sans excès.

- Apport :

L'INRA propose des valeurs moyennes par type d'activité par jour et par cheval de 500 kg :

	Ca (g)	P (g)	Ca/P
Entretien	25	15	1,7
Gestation (pic du 10 ^{ème} mois)	38	26	1,5
Lactation	39	32	1,2
Croissance (pic du 12 ^{ème} mois)	39	22	1,8
Travail intense	35	19	1,8

Ces valeurs recommandées pour le cheval peuvent être comparées aux valeurs que doivent alors avoir les aliments pour les satisfaire. Des aliments qui voudraient répondre aux exigences du tableau devraient contenir entre 0,3 et 0,5% de MS (matière sèche) en calcium, et entre 0,2 et 0,4% de MS en phosphore, en fonction des quantités de matières sèches ingérées.

Les déficits peuvent être détectés par différence entre les apports recommandés et les apports réels. En cas de déficit peu grave, il est possible de compléter la ration du cheval avec un bloc à lécher enrichi en minéraux. Dans le cas de déficience plus prononcée, il existe des compléments minéraux et vitaminiques appelés CMV, sur les étiquettes desquels les mentions des teneurs en phosphore et calcium sont obligatoires.

Un CMV de type 7-12 apporte 7% de phosphore et 12% de calcium.

* Sodium (Na) et potassium (K)

Le sodium comme le potassium sont indispensables. Ils augmentent l'excitabilité neuromusculaire. Les besoins en sodium pour un cheval à l'entretien peuvent être normalement couverts par la ration, ils s'élèvent entre 25 et 30 g /animal et par jour. Cependant les besoins sont très vite augmentés par le travail ou la chaleur et il convient de satisfaire ces besoins pour prévenir les signes de fatigue. La carence chronique se manifeste par une diminution de l'appétit, un poil rugueux, et une fatigabilité accrue.

Les besoins des chevaux qui fournissent de gros efforts pour la traction, les courses et autres formes de sport, sont 2 à 3 fois supérieurs à ceux d'un cheval à l'entretien. Un complément minéral et vitaminique (CMV) permet rarement de satisfaire aux exigences en Na et une pierre à sel, à disposition, suffit pour ajuster le Na.

Les quantités de sel (NaCl) à donner en complément sont très variables. Les taux moyens recommandés sont de l'ordre des valeurs suivantes (grammes / animal / jour) :

Poulain	15 à 40
Travail	20 à 40 et jusqu'à 70
Gestation	25 à 45
Lactation	30 à 45
Etalon	30 à 45

Au delà de ces valeurs les apports en sel doivent être équilibrés avec les apports de potassium.

Le potassium prévient l'asthénie nerveuse et musculaire ainsi que la perte d'appétit. Cependant les excès sont beaucoup plus graves de conséquence, ils accélèrent la fuite urinaire du sodium, entravent l'assimilation du magnésium et surtout ils induisent une grande fatigue musculaire et des troubles cardiaques.

Les besoins sont d'environ 0,6% de matière sèche et sont apportés par une ration qui contient 50% de fourrage. En effet les légumineuses sont riches en potassium, ainsi que la mélasse dont la consommation ne doit pas dépasser 1 à 1,5 kg / jour / animal pour cette raison.

* Magnésium

- Rôle :

Le magnésium a pour effet commun avec le calcium d'être sédatif du système nerveux central mais à l'opposé de ce dernier, il est aussi sédatif du système périphérique. Ce macroélément diminue la toxicité de l'ammoniac sanguin, en cela son apport est indispensable dans les rations hyperazotées.

- Apports et conséquences :

Les fourrages sont naturellement bien pourvus en magnésium et la digestibilité (environ de 60%) de cet élément est bonne, par conséquent les carences sont relativement rares. Elles se manifestent par une démarche raide et brusque et une hyperexcitabilité.

Les propositions de l'INRA en magnésium pour un cheval de 500 kg par jour sont :

Entretien	7 g
Gestation	7 g
Lactation	9 à 10 g
Croissance	12 à 13 g
Travail	9 à 10 g

Ces apports peuvent être apportés par des aliments contenant entre 0,1 et 0,15% de matières sèches en magnésium, en fonction des quantités de matières sèches ingérées. Le magnésium peut être apporté par le carbonate, le chlorure ou le sulfate de magnésium.

I.1.3.4.2) Oligoéléments

Ils sont à l'état de trace dans l'organisme :

Fe = Fer; Cu = Cuivre; Co = Cobalt; Mn = Manganèse; Zn = Zinc; I=Iode; Se=Selenium...

Les oligoéléments ont un rôle essentiel sur la qualité osseuse, la fertilité, la production des globules rouges, l'immunité... et cependant les besoins en oligoéléments sont très peu référencés. Ces besoins sont difficiles à évaluer, car ils sont influencés par de nombreuses interactions minérales et notamment leur assimilation est entravée par les excès en minéraux majeurs, principalement le calcium.

Avant de présenter quelques uns des apports recommandés, nous rappellerons brièvement les principales implications de chacun, afin d'avoir une idée de leur importance dans l'alimentation.

* Fer

Rappelons simplement que les risques de carence sont très faibles, du simple fait du régime des herbivores. En revanche il existe des possibilités de surcharge, chez les chevaux de sport, dans le but de réhausser le taux d'hémoglobine, le fer est parfois injecté en association avec l'acide folique et la vitamine B12. Ces pratiques dépassent le domaine de l'alimentation, mais il faut savoir que l'augmentation de fer dans le sang diminue l'immunité et favorise les infections. De plus les excès de fer alimentaire gênent l'assimilation du zinc et du cuivre au détriment de la solidité osseuse, de l'élasticité des gros vaisseaux et des tendons.

* Cuivre

Il remplit de nombreuses fonctions :

- c'est un facteur anti-anémique comme le fer et le cobalt, par l'intermédiaire de la vitamine B12,
- il participe à l'élaboration des phanères (poil et corne) dont il améliore la qualité avec le zinc,
- il influence les propriétés mécaniques des tendons par sa participation à la synthèse des fibres d'élastine,
- il conditionne le développement et la résistance de l'os en stimulant la formation des fibres de collagène, la mise en place de la matière protéique de l'os et le métabolisme osseux, c'est par là un agent très important pour réduire les risques d'ostéochondrose chez les poulains dont la croissance est rapide.

Les fourrages peuvent être très largement déficitaires en cuivre et la supplémentation est souvent recommandée, en prenant garde de respecter l'équilibre avec le zinc.

* Zinc

Le zinc est impliqué dans nombreuses fonctions au sein de l'organisme. Il est nécessaire à l'ossification, il évite l'aplatissement des cartilages, l'enflure des articulations et la production d'une corne trop tendre. Il est utile à la reproduction, à la défense immunitaire et indispensable à l'intégrité des téguments. Son effet sur la corne se fait en synergie avec le cuivre, les vitamines A et H (biotine).

Une carence prononcée se manifeste par la kératinisation de la peau qui desquame et peut s'infecter. Les excès en zinc correspondent à une carence conditionnée en cuivre et ont des conséquences sur le squelette.

Des essais (27) de complémentation minérale sur des yearlings n'ont pu mettre en évidence une influence directe des oligo-éléments sur la croissance, ni avec un mélange minéral (comprenant Fe, Mn, Cu, Zn Co ou I), ni avec le cuivre seul, ni avec un apport supplémentaire de cuivre et de zinc. Cependant des différences ont été notées dans le contenu minéral osseux et les auteurs concluent que les oligoéléments influencent d'abord la qualité osseuse avant d'avoir des répercussions mesurables.

* Manganèse

Il participe au développement osseux, en facilitant la production d'osséine et la minéralisation, et à la fertilité.

Il est bien représenté dans les fourrages, mais son absorption intestinale est diminuée par le calcium. Il faut donc être vigilant lors de l'utilisation de légumineuses et de pulpes de betterave ou alors assurer une supplémentation.

* Sélénium

C'est un agent anti-oxydant et son action est convergente avec celle de la vitamine E. Au niveau du sang, il protège les globules rouges et diminue les risques d'hémolyse, au niveau des muscles, il diminue la dégénérescence musculaire. Les cas de carence sont exagérés par les excès de soufre. L'intoxication par le sélénium est atteinte à un seuil relativement bas de 5 ppm, elle se traduit sous forme chronique (cas rencontré sur des sols alcalins) par la chute des crins et des poils, la déformation et la perte des sabots, la cécité et la paralysie.

Le cuivre, le zinc et le sélénium sont particulièrement importants pour leur action très bénéfique sur les maladies développementales orthopédiques, mais les besoins requis pour d'éventuels soins ne sont pas connus.

* Cobalt

Il entre dans la composition de la vitamine B₁₂ (cyanocobalamine), synthétisée par la microflore intestinale.

* Iode

Constituant des hormones thyroïdiennes, cet élément contribue à l'édification de la trame osseuse et à la minéralisation.

* Fluor

Les besoins sont très mal connus, il est surtout réputé pour sa toxicité (au delà de 50 mg / kg d'aliment), qui s'exprime par l'apparition d'ostéomalacie et des lésions osseuses et dentaires.

Pour donner un ordre de grandeur, le tableau III présente quelques valeurs concernant les besoins et les apports en oligoéléments.

Tableau III : Recommandations pour l'apport en oligoéléments (mg / kg de matières sèches) (45)

Oligoéléments	Besoins / NRC 1989	Recommandations par R. Wolter	Seuil de toxicité / NRC 1989
Fer	40	100	1 000
Cuivre	10	25	800
Zinc	40	75	500 à 1 000
Manganèse	40	50	1 000
Cobalt	0,1	0,15	10
Sélénium	0,1	0,2	> 3
Iode	0,1	0,2	> 5 forte sensibilité

Parfois il peut être utile de calculer les apports minéraux afin de les comparer aux recommandations. Les apports réels sont l'addition des apports minéraux du CMV (teneur minérale / kg de MS x quantité en kg MS de CMV administré) et de l'aliment (teneur minérale / kg de MS x quantité en kg MS d'aliment administré). Les apports recommandés peuvent être calculés en multipliant la concentration minérale (/ kg de MS) du produit alimentaire choisi par la quantité de matières sèches (en kg) recommandée pour ce produit (annexe I).

Le rapport comparatif de ces deux apports (apports réels / apports recommandés) est satisfaisant quand il est compris entre 80 et 140 %. Il faut donc d'abord vérifier que le CMV qui complémente en phosphore et en calcium satisfait aussi les besoins en oligoéléments. Jusqu'à 25 % d'écart avec les apports recommandés, une pierre à lécher enrichie en oligo-éléments peut suffire. Au delà, il faudra choisir un autre CMV.

I.1.3.5) Vitamines

Les vitamines contribuent au maintien de l'activité cellulaire, on en distingue deux types : les vitamines liposolubles qui sont les vitamines A, D, E, K et les vitamines hydrosolubles qui sont les vitamines B et C. Les vitamines C, D, K et B peuvent être synthétisées dans l'organisme tandis que les autres sont une nécessité alimentaire.

I.1.3.5.1) Vitamines liposolubles

* Vitamine A

Elle possède de nombreuses actions physiologiques :

- elle participe à la synthèse protéique (enzymes, hormones, immunoglobulines...),
- elle augmente l'activité plasmatique et osseuse des phosphatases alcalines qui permettent le dépôt de calcium,
- elle contribue à la lutte anti-infectieuse,
- elle est essentielle au niveau de la fonction de reproduction pour la spermatogénèse et la ponte ovulaire,

ainsi qu'au développement des tissus, dont le squelette et à la croissance ultérieure du poulain.

Les carences résultent en une baisse de fertilité et un ternissement des poils. Les fourrages verts, la luzerne et les carottes sont riches en caroténoïdes, précurseurs de cette vitamine (bien que la conversion soit discutée chez le cheval).

La supplémentation est conseillée pour les étalons et les juments poulinières, l'utilisation d'huile de foie de morue dans ce but, peut provoquer des carences en vitamine E.

Les besoins, selon R. Wolter, s'élèvent entre 5 000 et 10 000 UI / 100kg de poids vif.

* Vitamine D

Elle est nécessaire à la correction des déséquilibres phosphocalciques et stimule la synthèse protéique de l'os et sa minéralisation. En effet, la vitamine D augmente l'absorption intestinale du calcium et son dépôt osseux.

A l'inverse de la vitamine A, elle est abondante dans les foin séchés au soleil (synthèse à partir des stéroïdes). En cas de manque de foin et d'enseuillement, la complémentation est indispensable et doit être accompagnée d'apports de calcium et de phosphore, tout en respectant un ratio vitamine D / vitamine A (exprimées en UI) de 1 / 5 à 1 / 10, accompagnée d'un apport adéquat de Ca et P.

Les carences conduisent au rachitisme, mais les surcharges sont beaucoup plus inquiétantes car elles aggravent les lésions osseuses, provoquent la déminéralisation et la formation de suros en même temps que la calcification des tissus mous dont les gros vaisseaux, menant à un état de cachexie et par suite à la mort.

Les besoins, selon R. Wolter, seraient d'environ 1 000 à 2 000 UI / kg de poids vif.

Remarque : l'excès de ces deux vitamines (A et D) est toxique pour les cellules des cartilages qui conditionnent la croissance osseuse, leur hypervitaminose est un des facteurs de l'épiphysite, (altération inflammatoire et dégénérative des extrémités des os longs.

* Vitamine E ou Tocophérol

Antioxydant, la vitamine E associée au sélénium protège les graisses contre l'oxydation. Ces deux éléments permettent le réel maintien de l'intégrité musculaire, ils préviennent de certaines myopathies (notamment la maladie du muscle blanc) et protègent la vitamine A.

Les besoins sont de l'ordre de 10 mg de vitamine E / 100 kg de poids vif. Le tableau IV permet de visualiser les teneurs actuellement recommandées en vitamines A, D et E.

Tableau IV : Recommandations pour l'apport vitaminique (UI / jour / cheval) (45)

	Poulains				Juments		Étalons
	< 2 mois	avant sevrage	du sevrage au travail	pendant travail	gestation	lactation	monte
Vitamine A	5 000	15 000	25 000	35 000	40 000	50 000	60 000
Vitamine D	750	1 500	3 000	6 000	6 000	8 000	8 000
Vitamine E	10	20	50	100	100	100	150

* Vitamine K, vitamine anti-hémorragique ou vitamine de la coagulation.

Les rares cas de carence sont souvent la conséquence de la consommation d'aliments moisissés apportant des coumarines qui sont converties en dicoumarol se comportant comme anti-vitamine K.

I.1.3.5.2) Vitamines hydrosolubles

Les exigences sont encore hypothétiques.

La microflore digestive les synthétise en quantités utiles. Les vitamines du groupe B sont synthétisées par la microflore intestinale et la vitamine C est élaborée dans les tissus.

Les compléments nécessaires s'adressent au poulain et / ou aux chevaux travaillant intensément.

Rôle

- Vitamine B₁ (thiamine).....contraction musculaire
.....facilitation de la combustion complète des glucides
- Vitamine B₂ (Riboflavine)protection des conjonctivites
.....augmentation du catabolisme de l'acide lactique
- Vitamine PP (Niacine).....métabolisme énergétique et protéique
- Acide pantothénique " " " "
- Vitamine B₆ (Pyrodoxine)anti- anémique, sans effet dopant
- Vitamine B₁₂ (Cyanocobalamine) anti-anémique, sans effet dopant
- Vitamine Cstimulation du métabolisme musculaire
- Vitamine H.....croissance et dureté des sabots

La complémentation n'est utile que si le bon fonctionnement des reins, du foie et de la thyroïde le permettent.

Il est parfois utile d'évaluer les apports vitaminiques. Le raisonnement est semblable à celui des minéraux. Il s'agit de déterminer le rapport comparatif entre les apports réels et ceux recommandés. Ce rapport doit être inférieur ou égal à 150 %. Par ailleurs l'équilibre doit être respecté entre les vitamines.

Tout comme la complémentation minérale, l'apport complémentaire de vitamines, peut être estimé avant sa mise en oeuvre, par comparaison des quantités par kg de MS, apportées par la ration et / ou le CMV (complément minéral et vitaminique) avec celles proposées par kg de MS (Annexe I).

Les besoins en oligoéléments et vitamines sont calculés en rapport avec la masse de MS de la ration (paragraphe II.4).

I.1.3.6) Matière sèche

L' "appétit", ou niveau de la consommation volontaire, définit le volume (ou la quantité) de la ration, qui est le plus souvent exprimé par les quantités de matières sèches que le cheval doit consommer. Ce "volume" varie avec la concentration nutritive nécessaire.

L'"appétit" s'exprime en kg de MS /100kg de PV (poids vif), il dépend des besoins énergétiques et de la digestibilité des aliments.

La consommation volontaire doit donc être adaptée aux besoins énergétiques. Une ration riche en composants celluloseux encombre beaucoup et longtemps le tube digestif, ce qui retarde la nouvelle prise alimentaire.

Le niveau moyen de consommation volontaire se situe aux environs de 2 kg MS / 100kg de PV (poids vif) et jusqu'à 3 kg MS / 100 kg de PV en fonction de l'augmentation des besoins physiologiques (tableau V).

Un cheval de 500 kg peut ingérer 80 kg d'herbe jeune, pleine d'eau, mais seulement 12 kg de foin de pré, pauvre en eau. Les comparaisons de quantités ingérées se font sur la base des quantités de matières sèches.

Tableau V : Recommandation pour l'apport en matière sèche (kg / 100 kg de poids vif) (45)

	NRC	INRA		NRC	INRA
Entretien	1,5 à 2	1,4 à 1,7	Travail - léger	1,5 à 2,5	1,9 à 2,3
Gestation - début		1,2 à 1,7	- moyen	1,7 à 2,5	2,1 à 2,7
- 10 ^e mois		1,3 à 1,8	- intense	2 à 3	2 à 2,4
- 11 ^e mois	1,5 à 2	1,5 à 2,2	Croissance 3-6 mois	2 à 3,5	
Lactation 1 ^{er} mois	2 à 3	2,4 à 3	8 - 12 mois	2 à 3	1,7 à 2,5
2 - 3 mois	2 à 2,5	2 à 3	20-24 mois	1,7 à 2,5	1,6 à 2,2
> 4 mois		1,6 à 2,5	32-36 mois		1,6 à 2,2

Les quantités d'aliments sont systématiquement mesurées dans des récipients gradués.

Les quantités varient avec le cheval et avec l'aliment. Chaque aliment reste caractérisé par son ingestibilité qui est la quantité qu'un cheval peut spontanément ingérer quand l'aliment lui est proposé à volonté (exprimée en kg de MS par 100 kg de poids vif).

L'ingestibilité varie entre les légumineuses et les graminées avec le stade de maturité et avec les traitements de déshydratation, de fenaison ou d'ensilage.

est le plus souvent tout à fait compatible avec les apports recommandés. Il reste une marge dans le choix des proportions des différents éléments que l'on veut administrer. Une alimentation économique intense en fourrage (tendant vers les valeurs supérieures de la fourchette des valeurs recommandées) entraîne une consommation modérée d'aliments concentrés et inversement. Les rations, nécessairement de haute densité énergétique pour les chevaux de compétition seront accompagnées d'un minimum de fourrage, voire de paille à défaut de foin, afin d'assurer le bon fonctionnement du tube digestif.

I.1.3.7) Eau

Elle représente 70 % de la masse corporelle. Elle est indispensable, pour tout organisme vivant, aux réactions chimiques intra-cellulaires, aux échanges extra-cellulaires, à l'excrétion des composés toxiques par les urines et à la régulation thermique par la transpiration.

La quantité d'eau consommée augmente avec la quantité d'aliments ingérés, exprimée en kg de matières sèches et avec la température. Le besoin, exprimé par kg de matières sèches, ne varie pas avec le poids du cheval. Cependant pour des chevaux au travail ou des juments en lactation, l'augmentation des besoins en eau est supérieure à celle des besoins énergétiques et azotés.

Les exigences en eau de boisson peuvent varier de 20 à 75 litres / cheval / jour, en fonction de la taille du cheval, du climat, de l'intensité du travail et de la nature de la ration.

Elles varient inversement à la quantité d'eau qu'apportent les aliments. Pour exemple, les régimes à base d'herbe jeune, de pulpes de betteraves, de carottes, de mashes (préparation de grains mélangés d'orge, de son et de graines de lin cuits dans l'eau bouillante et laissés à tremper une nuit entière) et de barbotages (plus liquides que les mashes), s'accompagnent de quantités d'eau moindre. L'état de lactation augmente les besoins en eau de 15 à 30 litres / jour.

Les chevaux abreuvés au seau, le seront de préférence avant d'être nourris. Il est bon de distribuer de l'eau tiède pour éviter les coliques. Un cheval, assoiffé après un travail fatigant et sous un climat chaud, devra se désaltérer en plusieurs fois, afin d'éviter les congestions d'estomac. Il est même conseillé de saler légèrement l'eau pour compenser les très fortes pertes de sel lors de sudations intenses et atténuer les risques de coliques par déséquilibre hydrominéral.

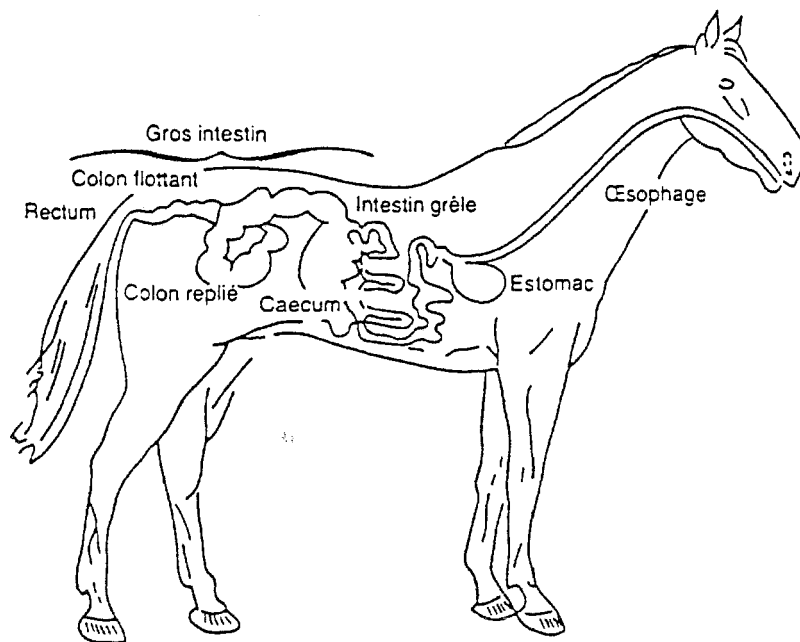
La sueur équine, produite au cours d'un travail, se caractérise par une forte concentration minérale. L'état de déshydratation hypoionique qui en résulte, ne suscite pas beaucoup la soif d'où l'intérêt de proposer des boissons appétentes et familières.

Le cheval est un très bon goûteur d'eau, sensible aux qualités organoleptiques de celle-ci.

I.2 DIGESTION ET DIGESTIBILITE

Quelques mots sur la digestion permettront de mieux comprendre le rôle de chaque type d'aliment. La nature et la quantité des éléments nutritifs apportés sont fonction de leur composition et surtout de leur utilisation digestive. Le cheval est un herbivore non ruminant, son estomac unique est peu volumineux. Deux organes ont un rôle prépondérant dans la digestion du cheval : l'intestin grêle d'environ 22 m et le gros intestin. De par leur fonctionnement, il est aisé de comprendre pourquoi la digestion est améliorée par des repas effectués dans le calme, des changements d'alimentation toujours progressifs, des rations fractionnées et régulières.

* Figure 1 : Schéma de l'appareil digestif (23)



I.2.1) Digestibilité

La digestibilité est le pourcentage absorbé d'un aliment ou de l'un de ses constituants.

La valeur nutritive est essentiellement déterminée par la digestibilité.

La digestibilité de la matière organique varie entre 90% (maïs) et 40% (pailles). En effet, les contenus cellulaires et l'amidon en particulier sont très digestibles, tandis que les glucides complexes des parois végétales, cellulose et hémicellulose, sont d'autant moins digestibles qu'ils sont riches en lignine.

La digestibilité se prévoit au regard du contenu en cellulose brute, indigestible, elle est d'autant plus élevée que la teneur en cellulose est faible. Les aliments concentrés sont donc beaucoup plus digestibles que les fourrages.

* Fourrages : leur digestibilité varie selon l'origine botanique et le stade végétatif, les conditions de récolte et de conservation ; elle diminue donc au cours de la croissance des végétaux parce que la teneur en lignine augmente.

* Aliments concentrés :

Digestibilité : maïs = 90% ; sons = 66 % ; céréales = 71% ; légumineuses = 88% .

Par ailleurs, la teneur en matières azotées digestibles, dites MAD, des aliments s'accroît avec la teneur en matière azotée totale (MAT), mais à MAT équivalente, la digestibilité des matières azotées des céréales est supérieure à celle des fourrages.

L'efficacité des apports protéiques résulte du produit des rendements digestif et métabolique (CUD x VB) :

- CUD = Coefficient d'Utilisation Digestive (= Rendement digestif ou digestibilité), part de l'aliment rendu disponible à l'organisme par la digestion enzymatique et microbienne.

- VB = Valeur Biologique (= Rendement métabolique ou Coefficient de rétention azoté). Cette valeur dépend essentiellement de l'équilibre des 10 acides aminés indispensables par rapport aux besoins.

I.2.2) Digestion des aliments chez le cheval

I.2.2.1) Bouche

La déglutition et la digestion ultérieure sont facilitées par la mastication et l'humidification.

I.2.2.2) Estomac

Il se vidange 6 à 8 fois par jour et ne se remplit qu'au 2/3 de sa faible capacité totale (15 à 18 litres). Donc, seul, le dernier bol alimentaire bénéficie d'un séjour plus long dans l'estomac. La digestion gastrique ne représente qu'une fraction de la digestion totale.

I.2.2.2.1) Action mécanique

Il y a peu de brassage gastrique et les aliments se déposent donc en strates. En raison de son anatomie le cheval ne peut pas vomir, ce qui le prédispose aux indigestions et aux coliques. Pour éviter au mieux les problèmes, la première précaution consiste à respecter la chronologie de distribution : eau, fourrages, céréales.

Cet ordre permet d'éviter une dilatation douloureuse de l'estomac due au gonflement des aliments farineux, floconnés, expansés ou déshydratés. Les fourrages doivent être ingérés avant les concentrés, pour permettre de prolonger la rétention gastrique de ces derniers.

I.2.2.2.2) Action biochimique

Les principes actifs du suc gastrique sont l'acide chlorhydrique (HCl) et la pepsine. Néanmoins le pH de l'estomac n'est pas aussi bas que chez les autres espèces bien qu'il s'abaisse après le repas. Cette faible acidité gastrique a pour conséquences :

- une prolifération microbienne due à l'absence d'inhibition, qui implique que les fourrages utilisés soient toujours de bonne qualité,
- une fermentation intrastomacale des glucides facilement dégradables, qui induit la libération de gaz, provoquant une dilatation douloureuse et d'acides gras volatils (AGV) qui peuvent contrecarrer la motricité,
- une moindre activation de la pepsine, soit la transformation du pepsinogène en pepsine active, entraînant l'imperfection de la prédigestion gastrique des protéines.

L'objectif est de prolonger la digestion gastrique.

La cellulose subit un début de digestion, quant aux autres constituants, leur digestion gastrique est très faible.

I.2.2.3) Intestin grêle

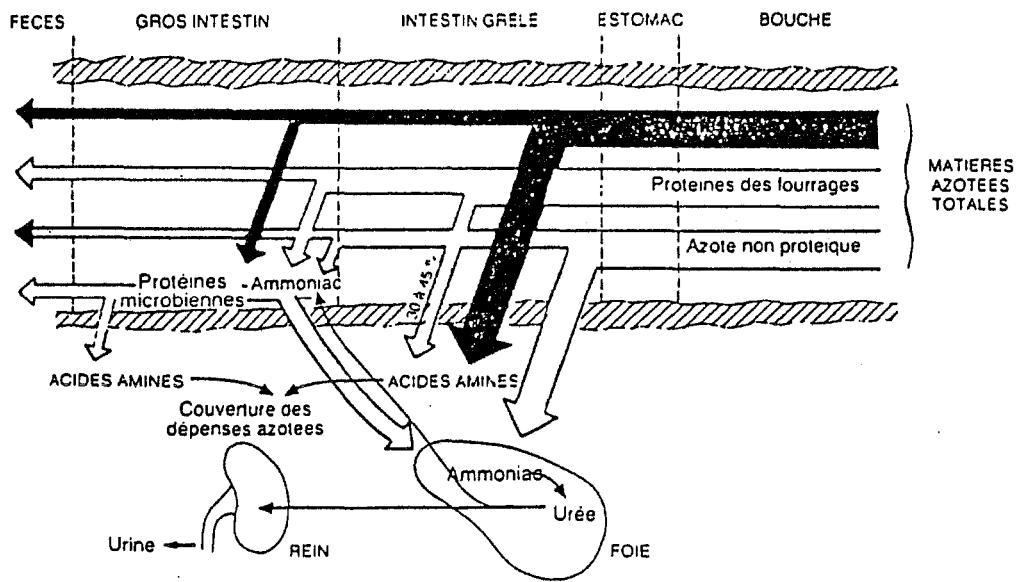
Il se caractérise par un transit très rapide (2 heures au maximum pour 22m environ).

De grandes quantités de liquides s'y déversent : la salive, le suc gastrique, la bile, les sécrétions pancréatiques et les sucs intestinaux.

I.2.2.3.1) Protéines

Elles ne sont digérées qu'au deux tiers dans l'intestin grêle (figure 2) et majoritairement par la trypsine, produisant ainsi des acides aminés. Une partie importante de l'urée non protéique (urée ingérée entre autres) est absorbée pour rejoindre le système sanguin. L'urée est ensuite partiellement excrétée au niveau du gros intestin et ce qui dépasse les besoins est éliminé dans les urines.

* Figure 2 : Digestion des matières azotées et utilisation (23)



1.2.2.3.2) Extrait non azoté ou ENA

Le suc intestinal contient des enzymes, maltase, saccharase, glucoamylase qui participent à la digestion de cette fraction alimentaire. Cette composition enzymatique serait plus favorable à la digestion d'amidons cuits que celle de farine crue. Le repas stimule la sécrétion pancréatique qui contient de l'amylase, mais l'activité de cette dernière reste cependant limitée. L'amidon est digéré à 95% avant d'arriver dans le caecum, mais cette digestion varie beaucoup en fonction des aliments. L'amidon du blé, de l'orge et de l'avoine est plus digestible que celui du maïs par exemple.

De plus des traitements comme la cuisson (des tubercules par exemple), le floconnage et l'extrusion des céréales accélèrent la digestion de l'amidon et le rendement énergétique. De même le broyage, le trempage et la germination peuvent faciliter l'hydrolyse enzymatique de l'amidon dans les grains durs.

La part non digérée d'extrait non azoté qui arrive ensuite dans le gros intestin est soumise à la dégradation microbienne avec une perte d'énergie, sous forme de gaz, de chaleur et de frais d'exploitation des acides gras volatils, qui sont alors le terme de la digestion glucidique.

La digestion enzymatique est d'autant plus importante que la ration est riche en aliments concentrés comme par exemple les céréales, les tourteaux et les aliments composés. Elle libère jusqu'à 60% de l'énergie totale et 80% des MAT absorbées.

I.2.2.3.3) Matières grasses

Elles sont bien digérées grâce à l'action des lipases. Leur digestibilité apparente est de 90%. Leur particularité tient au fait qu'elles soient résorbées avant la fermentation, ainsi elles ne perturbent pas la digestion microbienne et elles échappent à l'action hydrogèneante de la microflore. Les graisses alimentaires influencent donc directement la nature des graisses de réserve (en ce qui concerne le degré d'insaturation des acides gras). Une carence en vitamine E expose, en cas de consommation d'huile mal protégée contre l'oxydation, à la maladie de la graisse brune et aux risques de dégénérescence musculaire.

I.2.2.3.4) Minéraux

Les minéraux sont absorbés à ce niveau, à l'exception du phosphore dont l'absorption est prépondérante dans le côlon. En revanche la sécrétion du phosphore dans l'intestin grêle permet de diminuer l'acidité.

On note à nouveau que ces informations seront mises à profit lors du choix chronologique de la distribution des aliments, les foin^s préférentiellement donnés avant les aliments concentrés, prolongent le passage de ces derniers dans l'estomac d'abord puis dans l'intestin grêle et favorisent l'absorption des minéraux.

I.2.2.4) Gros intestin

C'est le compartiment le plus volumineux et qui reste plein en permanence, il contient les résidus de la digestion enzymatique.

La population microbienne intense (bactéries celluloliques et protéolytiques) transforme, par fermentation, les éléments non digérés (à savoir les parois végétales et une faible fraction glucidique de réserve), en acides gras volatils qui peuvent fournir jusqu'aux 2/3 de l'énergie absorbée (cas des fourrages). Le bénéfice pour l'organisme hôte provient principalement de la récupération des acides gras volatils.

Les vitamines du groupe B et la vitamine K, synthétisées par les micro-organismes, sont absorbées dans le gros intestin.

I.2.2.4.1) Dégradation glucidique

Les glucides fermentescibles sont transformés en acides gras volatils, gaz et chaleur. Les acides gras issus de la fermentation procurent 30% des besoins énergétiques.

Les fourrages tels que la farine de luzerne déshydratée stimulent très bien la flore intestinale. Cependant il faut préciser que l'afflux exagéré d'amidon, de substances pectiques et d'hemicellulose fermentescibles, a pour conséquence la diminution du pH, induite par leur dégradation ainsi que l'augmentation du taux d'acide lactique. Cet afflux peut provoquer des diarrhées et des coliques, des congestions et des fourbures.

I.2.2.4.2) Protéines et matières azotées

Les protéines arrivant de l'intestin grêle sont transformées en acides aminés et en ammoniac qui sont utilisés pour les protéines bactériennes. Il existe peu de résorption azotée dans le gros intestin, sauf sous forme d'ammoniac. En l'absence d'autosupplémentation d'origine bactérienne, les équidés sont tributaires de la qualité des protéines alimentaires.

Cette digestion influe peu sur les matières azotées alimentaires ou microbiennes. Par contre une sécrétion assez importante d'urée, sous forme d'ammoniac, depuis la circulation vers le gros intestin, contribue à la synthèse de protéines microbiennes. Ce processus, qui fournit des acides aminés en quantité limitée, intervient surtout en cas d'apports restreints en matières azotées (cas de ration dépourvue en fourrage).

I.3 PRINCIPAUX ACCIDENTS DUS À L'ALIMENTATION

A ce stade des informations regroupées sur la digestion et les besoins du cheval, il est intéressant d'ouvrir la large parenthèse des pathologies d'origine alimentaire, afin de mieux mesurer l'importance de l'alimentation.

I.3.1) Les troubles d'origine digestive

Indigestions, congestions, anoxie locale, nécrose et mort par choc nerveux ou circulatoire, entérotoxémie, péritonite ou septicémie, sont des complications dues à la sensibilité neuro-végétative du cheval et à la particularité anatomique de son tube digestif, par son estomac de petit volume et son intestin de diamètre inégal.

I.3.1.1) Altération de la partie digestive antérieure

La bouche et les lèvres particulièrement sensibles, sont un lieu privilégié d'ulcérations et d'inflammations provoquées par des aliments piquants, coupants ou irritants. Il convient donc de sélectionner les fourrages (en évitant les prêles et les graminées siliceuses), de ventiler les céréales barbues (la barbe d'orge ou de seigle peuvent s'introduire jusque dans les canaux biliaires), ou de tremper les aliments à risque.

Les granulés longs suscitent davantage la mastication et l'insalivation. Cependant, avec le vieillissement, les dents s'usent inégalement sur les deux mâchoires et l'action de cisaillement qu'elles acquièrent devient inefficace à la mastication.

Au niveau de l'oesophage, un bouchon alimentaire peut être à l'origine d'une pneumonie survenant suite à une fausse déglutition. Une inflammation locale parfois aiguë, d'autres fois chronique, prédispose à la formation d'un jabot dans lequel les aliments peuvent stagner, fermenter ou putréfier.

Plusieurs propriétés des aliments peuvent être à l'origine de ces altérations.

- Des propriétés chimiques telle l'astringence des tanins.

- Des propriétés physiques : les fourrages grossiers, épineux à brins longs peuvent bloquer facilement le transit. Les aliments granulés, de faible diamètre sont à l'origine des obstructions car ils échappent à la mastication. Ces propriétés physiques peuvent être évaluées par l'examen de la résistance à l'écrasement, de la vitesse de délitement dans l'eau et du pouvoir d'imbibition de l'aliment.

- Des propriétés pharmacodynamiques : certains composants ou contaminants des granulés d'aliments composés sont paralysants pour les fibres musculaires lisses.

De même, on constate pendant les années de sécheresse des parésies intestinales causées par la paille. Ces parésies pourraient avoir des analogies avec la "dysautonomie équine" qui se caractérise par la dégénérescence des organes réglés par le système nerveux autonome, et aboutit à la mort.

I.3.1.2) Troubles gastriques

I.3.1.2.1) Ulcères

Ils sont courants chez les poulains suite à des stress.

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (ex: la phénylbutazone) sont des facteurs d'ulcération également bien connus, par les mêmes phénomènes que dans l'organisme humain.

I.3.1.2.2) Coliques gastriques

L'augmentation brutale de la consommation d'aliments concentrés, sans prendre la précaution d'augmenter progressivement les doses du nouvel aliment, présente un risque majeur pour les coliques. Comme nous l'avons remarqué lors de la digestion, le pH peu acide de l'estomac favorise la prolifération microbienne, la fermentation intrastomacale (avec libération de gaz et dilatation douloureuse et indigestion), ne contribue pas à la prédigestion gastrique des protéines.

Les aliments ayant un grand pouvoir d'imbibition, sont des facteurs très favorisants (tels les pulpes, les sons, les céréales floconnées), surtout si le cheval est autorisé à boire après leur ingestion. D'où l'intérêt d'abreuver le cheval avant qu'il ne se nourrisse. L'eau froide, ingérée trop vite après un effort prédispose à la congestion stomacale

I.3.1.3) Coliques intestinales

Le terme de colique est souvent associé dans les esprits, à l'intestin, qui est leur site le plus commun. Les coliques sont douloureuses. On entend ici par coliques intestinales un trouble mécanique. Les aliments très grossiers comme cités ci-dessus, sont à écarter, de même que les substances indésirables comme la terre et le sable.

Paradoxalement, la paille, aliment de lest le plus reconnu, peut être à l'origine de stases, notamment les années de sécheresse (la cause réelle est inconnue, une action pharmacodynamique semble la plus probable).

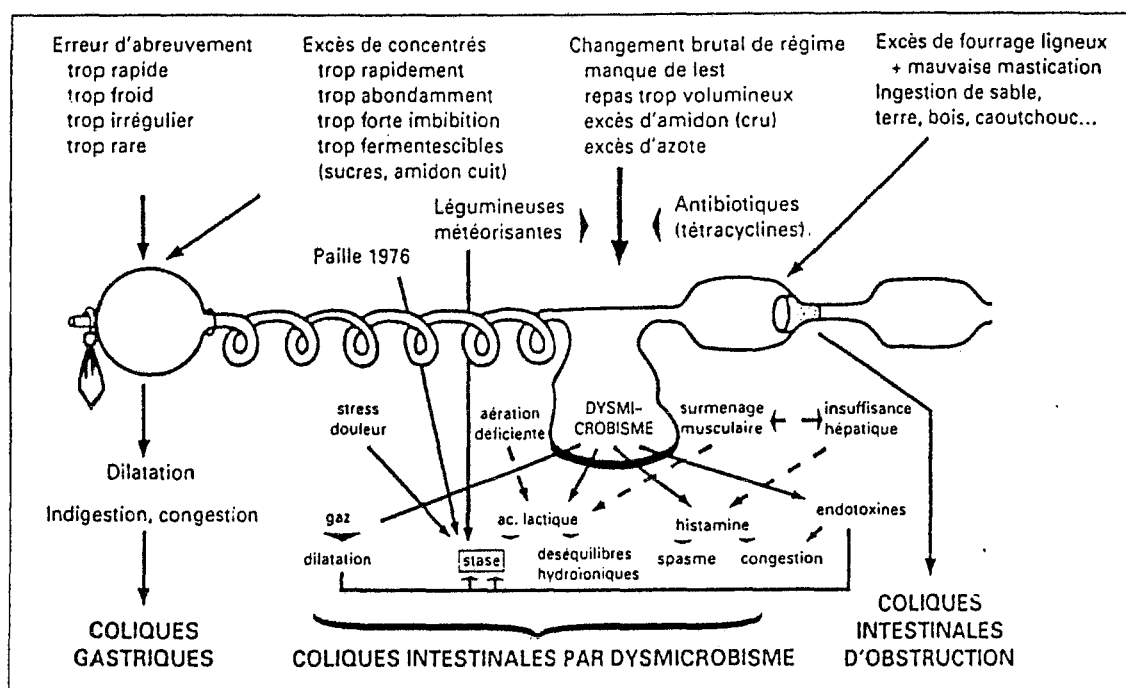
Les aliments complets, contenant des fourrages, augmentent le transit, mais il faut être toujours très vigilant dans l'utilisation des granulés qui, consommés trop rapidement, sont responsables d'indigestions et de dysmicrobismes (voir ci-après) dont les conséquences sont des plus graves et malheureusement des plus communes.

I.3.1.4) Dysmicrobismes intestinaux

Les dysmicrobismes sont une exagération et une déviation du métabolisme microbien dans les réservoirs du gros intestin.

Ils résultent presque toujours d'un déséquilibre alimentaire. L'augmentation des dégradations microbiennes caecoliques autorise la libération des facteurs inhibant la motricité intestinale (acides gras volatils, acide lactique, amines, endotoxines microbiennes).

* Figure 3 : Etiologie alimentaire des coliques chez le cheval (45)



I.3.1.4.1) Changement brutal de régime

Le plus dangereux est le passage d'un régime fourragé à une ration riche en concentrés, ou encore la réalimentation massive d'un cheval dénutri.

Il ne permet pas l'adaptation de l'activité enzymatique et microbienne et engendre une mauvaise digestion dans l'intestin grêle.

Par conséquent, les digesta arrivant dans le gros intestin incomplètement dégradés, exacerbent et dévient l'activité microbienne, ils altèrent l'équilibre de la microflore digestive. Le processus de dysmicrobisme est ainsi mis en route. Les germes pathogènes, comme les colibacilles, salmonelles, clostridies, peuvent alors se développer.

Les conséquences d'un dysmicrobisme sont les diarrhées, l'auto-intoxication dont l'entérotoxémie (ou intoxication), les coliques et les fourbures.

Le moyen de l'éviter est d'administrer des mashs contenant des mucilages émoullissants (graines de lin cuites, son de blé...), des grains germés, des aliments composés traités par la chaleur (floconnés ou expansés) ou mieux encore des facteurs prodigestifs comme des enzymes, des levures vivantes. Il s'agit de respecter systématiquement l'étalement dans le temps de la transition alimentaire, sur cinq à dix jours, afin de permettre l'adaptation microbienne.

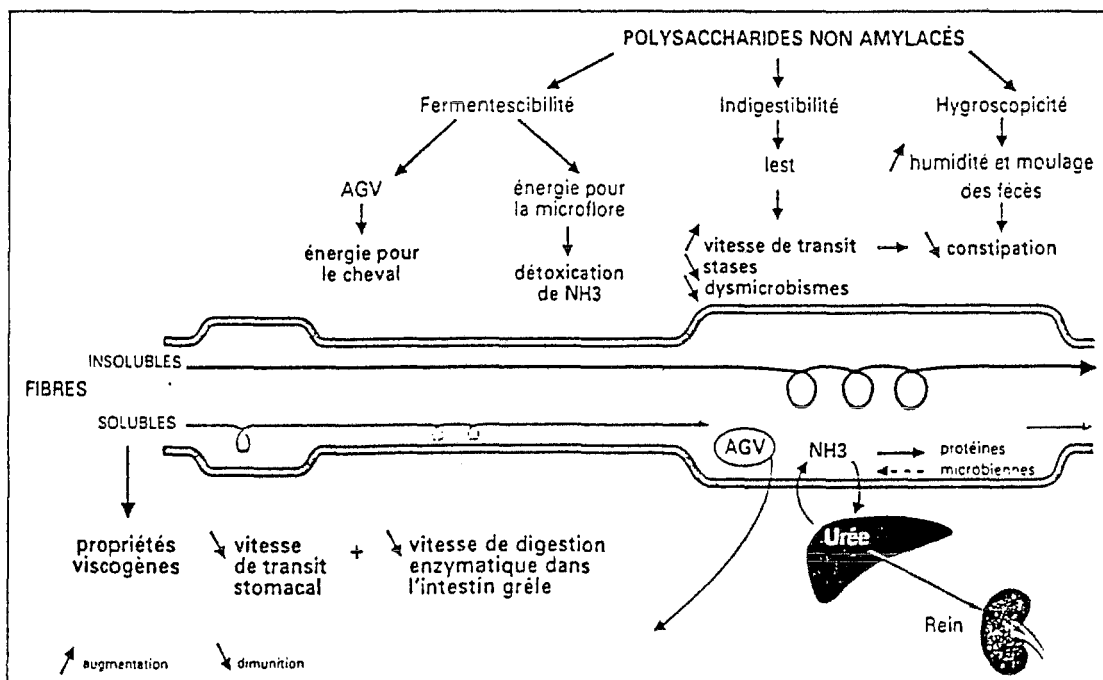
1.3.1.4.2) Déficit en lest

Le lest, composé par les fibres insolubles, est indigestible. Il a pour effet mécanique de "balayer" c'est à dire de faciliter le transit. Il permet souvent de prévenir les constipations et les dysmicrobismes liés à la richesse des aliments et diminue les probabilités de complications.

Une part des fibres est néanmoins digestible et fermente, libérant des quantités restreintes d'acides gras volatils (AGV) qui sont d'un grand intérêt dans l'hygiène digestive :

- ils favorisent l'acidification qui inhibe partiellement les germes putréfiants et/ou pathogènes,
- ils inhibent directement les Clostridies et les Salmonelles, bactéries dangereuses
- ils rendent la muqueuse plus efficace à la digestion et à la protection contre les infections,
- ils préviennent des diarrhées en facilitant la résorption des électrolytes et de l'eau.

* Figure 4 : Fibres alimentaires et hygiène digestive (45)



I.3.1.4.3) Excès de glucides fermentescibles

La digestion enzymatique de l'intestin grêle ne pouvant être complète lors d'un apport excessif de céréales, le substrat très amylacé, parvenant dans le gros intestin, provoque des fermentations microbiennes importantes, et favorise la libération des composants, avec les conséquences suivantes :

- Les gaz provoquent des dilatations douloureuses et entraînent des spasmes réflexes.

- L'acide lactique est sécrété normalement dans l'estomac, où le pH est favorable aux lactobacilles, et pratiquement pas dans le caecum. L'accélération des fermentations caecoliques suite à une ration trop amylacée, diminue le pH et favorise la production d'acide lactique responsable d'acidose digestive grave puis sanguine qui expliquerait les aspects de la pathologie digestive. Son fort pouvoir osmotique serait à l'origine des diarrhées et déshydratations. Il provoquerait des atonies digestives et donnerait naissance à des coliques de stase.

L'acide lactique altère la barrière intestinale, ce qui facilite le passage des endotoxines dans la circulation sanguine et prédispose aux infections locales par les Salmonelles et les Clostridiales.

- Les amines sont libérées après la décarboxylation des acides aminés par la microflore digestive. Lors de l'abaissement du pH, l'histamine, vasodilatatrice, la tyramine, vasoconstrictrice, la cadavérine et la tryptamine expliqueraient les troubles de motricité intestinale et les congestions intestinales, musculaires et podales.

- Les endotoxines ont un rôle pathogène majeur, en inhibant elles aussi la motricité. Elles stimulent la production de leucotriènes, responsables d'inflammations et la libération de thromboxanes, à l'origine de coagulation veineuse disséminée. Le drainage veineux peut devenir insuffisant au niveau de l'intestin et au niveau des pieds où il est responsable de fourbures (voir la remarque ci-après). Il est à noter que des complications rapides conduisent au choc toxémique mortel.

En vue d'un pronostic chez les chevaux atteints de colique, il existe aujourd'hui un test chromogène de détection des endotoxines dans le plasma équin.

Remarque : Cas de la fourbure

Cette pathologie fort courante est le reflet très parlant de l'importance de l'alimentation. Elle pourrait être classée tout aussi bien dans les pathologies du sabot ou du pied mais son étiologie est alimentaire. C'est une affection podale très douloureuse qui oblige le cheval, qui veut se soulager, à s'appuyer sur les talons.

Les symptômes se présentent sous la forme d'une vive inflammation et d'une congestion de la zone sous-cornée, avec blocage de la circulation veineuse locale. Elle provoque une dissociation du système lamellaire du pied qui assure la solidarité anatomique entre la boîte cornée du sabot et l'os de la troisième phalange. Il en résulte un basculement de cette phalange à l'intérieur du sabot, écrasant et obturant le très riche réseau vasculaire de la face plantaire.

Le dysmicrobisme est la cause déterminante des fourbures, par des processus tels que ceux que nous avons cités, le changement brutal de régime, le manque de lest, les excès de glucides fermentescibles, les excès de protéines enzymorésistantes et biodégradables. Les endotoxines ont un rôle pathogène majeur, elles sont produites en abondance par une flore perturbée (riche en Gram négatifs).

Cette boiterie résulte de l'emploi irrationnel de certaines céréales trop riches comme le blé ou le maïs. La fermentation de l'amidon, dans le caecum ou le côlon, s'accélère et provoque une acidose lactique qui entraîne l'autolyse microbienne libérant ces endotoxines. Ces dernières sont résorbables du fait des lésions induites par ces mêmes erreurs alimentaires. Les endotoxines entraînent de la fièvre, des diarrhées, des coliques et une hypercoagulabilité sanguine due aux thromboxanes.

Localement, la fourbure se déclenche par un phénomène de coagulation disséminée dans les veines périphériques, empêchant le retour veineux et provoquant une congestion au niveau du pied.

Les coliques et les fourbures sont donc en lien étroit.

La prévention de ces intoxications dues à des excès alimentaires, relève d'un calcul précis de la ration. Sur la base du poids et des besoins énergétiques du cheval, il est possible de mélanger ces aliments responsables avec des grains moins fermentescibles comme l'avoine et surtout de toujours prévoir les changements d'alimentation de façon très progressive.

Par ailleurs l'apport de cystéine (acide aminé) ou de son précurseur la méthionine est indispensable à la kératine, protéine présente dans la corne. Pour améliorer la dureté de cette corne, la vitamine H (biotine) est l'élément à prescrire à des doses proches de 15mg/jour.

I.3.1.4.4) Excès de matières azotées dégradables

C'est parfois le cas d'une surconsommation de trop jeunes plantes fourragères, de tourteaux ou d'aliments composés trop azotés.

La dégradation caecolique des protides alcalinise le contenu digestif, la microflore qui se développe préférentiellement est alors alcalinophile putréfiante et pathogène. L'apport excessif de matières azotées entraîne la production d'ammoniac, toxique pour le cheval et l'intoxication ammoniacale est accompagnée de la résorption accrue des amines et éventuellement d'endotoxines en raison des lésions digestives.

I.3.1.4.5) Utilisation d'antibiotiques

L'auréomycine (benzyl-penicilline) et lincomycine (streptomycine) ne sont plus autorisées en antibiosupplémentation alimentaire, elles provoquaient chez le cheval des dysmicrobismes caecoliques, des salmonelloses et des colites.

Tétracyclines, penicillines associées à la Streptomycine et la Lincomycine sont incriminées pour leurs conséquences, et il faut donc surveiller leur contamination puisqu'elles sont utilisées comme additifs dans des aliments pour d'autres espèces animales. Elles sélectionnent dans le gros intestin la flore résistante comprenant *Salmonella typhimurium* ou *enteritis*, des colibacilles ou des clostridies pathogènes.

En effet, certains antibiotiques sont utilisés comme facteurs de croissance chez les bovins ou comme anti-coccidiens chez la volaille (Monensine, Lasalocid, Salinomycine, Narasin), et peuvent être responsables d'accidents mortels chez le cheval, aux doses normales pour les autres espèces. Des erreurs de fabrication d'aliments composés ont provoqué des accidents. Il peut suffire que le nettoyage ait été insuffisant entre la fabrication d'aliments contenant ces additifs et celle des aliments pour chevaux produits avec le même équipement.

La Monensine pourvue d'une forte amertume est peu appétente pour les chevaux ce qui représente une première barrière de protection. Les signes majeurs des intoxications sont les sudations, les troubles digestifs, les congestions circulatoires, les déficiences hépatiques et rénales accompagnées d'une grande faiblesse musculaire et de défaillances cardiaques.

Il existe donc un danger réel de contamination par des additifs autorisés pour d'autres espèces, tels que les facteurs de croissance, Monensine et Lasalocid.

Par ailleurs le traitement des pailles par l'ammoniac anhydre ou les sels d'ammonium doit rester modéré (3% au maximum de taux d'incorporation d'ammoniaque anhydre) car le cheval est beaucoup plus sensible que les ruminants à l'intoxication par l'ammoniac. En revanche le cheval est beaucoup moins sensible que ces derniers à un excès d'urée utilisé comme azote non protéique.

I.3.2) Troubles osseux par erreurs alimentaires

I.3.2.1) Ostéoporose

L'ostéoporose est un défaut d'élaboration de la trame protéique. Elle se traduit par le ramolissement des os longs qui deviennent poreux et sensibles aux fractures.

L'ostéoporose est, dans de rares cas, la conséquence d'une carence protéique qualitative due soit à une mal-nutrition, soit à un fort parasitisme intestinal.

Notons tout de même que l'osséine qui permet une bonne élaboration osseuse est une mucoprotéine riche en lysine et en arginine, acides aminés indispensables qu'il faut fournir en supplément.

Le plus souvent, cette altération résulte d'un déficit en zinc et en cuivre, renforcé par un excès de calcium ou de phosphore phytique. Ce déficit est prévenu par un équilibre des apports.

I.3.2.2) Rachitisme (sujet jeune) et ostéomalacie (sujet âgé)

Le rachitisme et l'ostéomalacie résultent d'un déficit de minéralisation.

Le rachitisme se manifeste par une déformation caractéristique des extrémités des os longs.

Cette altération est le résultat d'une déficience minérale en calcium et phosphore avec, ou non, un manque de vitamine D. On notera à cet égard que, pour bien compléter l'alimentation du cheval ou du poulain, l'ensoleillement à la belle saison est d'une très bonne efficacité anti-rachitique.

I.3.2.3) Ostéofibrose

L'ostéofibrose est un excès de déminéralisation d'un os initialement bien constitué. Comme l'indique son nom, cette altération se caractérise par des os devenant plus fibreux.

Son étiologie relève d'un excès de phosphore sous forme phytique, provenant des grains et de leurs issues, qui provoque une hypocalcémie puis une hyperparathyroïdie concourant à une transformation hypertrophique de l'os en tissu fibreux. Simultanément à la déminéralisation, se développent la déstructuration de l'osséine et la dépolymérisation du collagène.

Elle est grave, mais facilement réversible par la restauration du rapport phospho-calcique, sans excès de calcium qui ralentirait l'absorption des oligoéléments.

La poudre de craie, la farine d'os, le phosphate bicalcique sont des complémentations simples et efficaces. La vitamine D peut faire l'objet d'une complémentation, sans excès cependant, afin d'éviter l'accélération de l'ostéolyse.

L'ostéofibrose est la plus grave affection dûe à un mauvais équilibre phosphocalcique. La métaplasie opère à certains endroits de l'os, où l'on observe un épaississement de l'os visible sur la tête (appellation de "tête d'hippopotame" ou "grosse tête").

Moins gravement elle apparaît au travers de déformations sur les membres, ce que les cavaliers connaissent bien sous le nom de tares dure, suros et éparvins. De telles déformations provoquent des boiteries sévères permanentes ou intermittentes, quand elles se localisent dans les articulations ou les gaines tendineuses.

Une carence en calcium associée à un déficit en phosphore en est l'origine la plus courante. Elle s'observe lors de l'usage abusif de rations très riches en céréales, de mashés à base de son, de fourrage sans légumineuses. Un apport de vitamine D, sans calcium, peut favoriser également ces lésions. Il s'agit non seulement de maintenir le taux de calcium mais aussi de compenser un apport excessif de phosphore pour maintenir le rapport des deux éléments.

I.3.2.4) Ostéochondrose

L'ostéochondrose est une altération des cartilages articulaires par surcharge alimentaire.

Maladie d'opulence, elle résulte d'une surcharge alimentaire qui serait due à la confusion entre croissance maximale et croissance optimale.

La surcharge pondérale entraîne des désordres hormonaux néfastes, dont l'hyperinsulinisme et l'hypothyroïdisme aggravé par des excès en calcium.

Une autre de ses origines est l'excès de calcium qui entraîne la diminution de l'absorption d'iode et de zinc. Le zinc commande la libération hépatique de vitamine A. La vitamine A et le zinc participent simultanément à l'élaboration de la trame protéique.

I.3.3) Troubles musculaires

I.3.3.1) Maladie du muscle blanc

La maladie du muscle blanc correspond à une carence en sélénium. C'est une dégénérescence musculaire de coloration blanchâtre, au niveau des muscles squelettiques ou cardiaques provoquant des difficultés locomotrices ou des insuffisances cardiaques allant jusqu'à la mort.

Le cheval est particulièrement sensible à ce type de trouble en raison d'un processus oxydatif important, au cours du travail musculaire.

L'association du sélénium et de la vitamine E conditionne la protection de l'ensemble des membranes (constituées d'une double couche lipidique) et des enzymes. Une carence en sélénium et/ou en vitamine E expose donc à la dégénérescence musculaire et à l'accumulation d'acide lactique. La maladie du muscle blanc chez le poulain en est la manifestation typique.

La carence des sols en sélénium induit la carence des fourrages. Les apports conseillés pour prévenir de cette affection sont de 0,2 ppm de sélénium et de 10 à 20 ppm de vitamine E.

Le sélénium reste un élément mortel au delà de 5 mg / kg de ration totale.

Remarque : Les carences en oligoéléments sont rares, il existe cependant des cas de carences en zinc traduites par des modifications cutanées et d'autres cas de carences en iode traduites par des goîtres chez les poulains.

I.3.3.2) Myoglobinurie paroxystique du cheval de puissance ou de sprint

Ce type d'affection revêt diverses formes. Dans tous les cas on retrouve pour point commun, une hyper-accumulation intramusculaire d'acide lactique qui résulte de la combustion aérobie du glycogène lors d'un travail trop intense ou trop prolongé.

Elle est, entre autre, favorisée par une suralimentation céréalière qui induit une surcharge glycogénique musculaire. Lors d'un effort violent, l'acide lactique est libéré massivement et une grave acidose musculaire en résulte. Par l'intermédiaire de troubles enzymatiques et électrolytiques, les muscles laissent échapper la myoglobine qui colore les urines en rouge, justifiant l'appellation de myoglobinurie, de "coup de sang" ou de "pissement de sang".

I.3.3.3) Myosite d'épuisement du coureur de fond

Elle se manifeste par des douleurs et faiblesses musculaires, des crampes et une difficulté à respirer. Elle concerne les chevaux d'endurance insuffisamment entraînés ou évoluant sous des climats trop chauds.

Elle est le fait de l'épuisement des réserves de glycogène, d'une déshydratation intense accompagnée d'un déséquilibre électrolytique.

Les causes alimentaires relèvent d'un manque de précaution, tel que le sous-abreuvement chronique, l'excès de calcium, un déficit de magnésium et de sodium. Lors de ces épreuves d'endurance, il faut administrer des solutions sucrées et réhydratantes à raison de trois litres toutes les vingt minutes quand cela est possible. La concentration osmotique de cette eau ne doit pas être trop élevée pour ne pas retarder la vidange gastrique.

II ALIMENTS

II LES ALIMENTS

II.1 ALIMENTS DE BASE

On entend par aliments de base, les aliments non mélangés qui n'ont pas fait l'objet d'une fabrication particulière. Il s'agit des aliments grossiers tels que les fourrages et les aliments concentrés simples dont principalement les grains et graines.

Pour fournir au cheval des rations équilibrées et digestes, il faut connaître la valeur nutritive ; celle-ci dépend surtout des valeurs énergétique et protéique et des paramètres relatifs aux aliments, dont la nature, les conditions de récolte, de conservation et de traitement.

Dans les études concernant les aliments céréaliers et les fourrages, la composition chimique, les facteurs agronomiques et morphologiques sont des notions couramment utilisées. L'apport d'éléments nutritifs dépend de la composition chimique et de la transformation digestive des aliments.

Les aliments utilisés sont essentiellement d'origine végétale. Ils sont composés d'eau et de matières sèches (MS). La matière sèche se compose de matières minérales, dont les oligoéléments et les macroéléments, et de matières organiques dont les glucides, les lipides (matières grasses = MG) et les protéides (matières azotées totales = MAT).

Les cellules végétales possèdent une paroi résistante composée de cellulose et d'hémi-cellulose, glucides complexes, et de lignine, composant non glucidique qui assure la rigidité. Les feuilles ont une paroi beaucoup moins ligneuse que les tiges, et un contenu cellulaire beaucoup plus important. La digestion peut parvenir à briser la paroi afin de libérer le contenu cellulaire constitué d'une solution aqueuse de glucides simples, d'acides aminés et organiques, de minéraux et de vitamines et par ailleurs de molécules d'amidon, de protéines et de lipides en suspension.

Les proportions en paroi et en contenu cellulaire permettent de distinguer :

- les aliments grossiers : tiges et feuilles de fourrage, riches en parois épaisses et fortement lignifiées et dont les cellules ont un contenu cellulaire réduit.
- les aliments concentrés : grains et racines dont les parois cellulaires sont fines et peu rigides au profit d'un contenu cellulaire important.

Les pulpes et les sons ont des cellules à parois épaisses. Ils sont suffisamment bien digérés pour être classés parmi les aliments concentrés.

II.1.1) Fourrages

Les caractéristiques botaniques, les méthodes de récolte, le type du sol et le climat sont autant de facteurs de variation de la valeur nutritive, en ce qui concerne les minéraux et les matières azotées.

La digestibilité, déterminante pour la valeur énergétique des fourrages, peut être estimée par une bonne connaissance des caractéristiques botaniques (espèce, numéro de cycle c'est à dire ordre de passage de la culture sur la même parcelle, âge) des conditions de récolte pour les fourrages conservés, comme nous l'avons mentionné ci-dessus. Les méthodes d'évaluation de la digestibilité et de la valeur nutritive seront envisagées dans le chapitre IV.

II.1.1.1) Fourrages verts

Ils renferment 12 à 30 % de matières sèches et correspondent à l'alimentation du cheval au pâturage.

Les plus appréciés sont le ray-grass, la fétuque des prés, la fétuque rouge. Sont un peu moins appréciés le paturin des prés, la dactyle, l'agrostide vulgaire, la fléole et le trèfle blanc.

Les stades de développement permettent de prévoir la valeur nutritive. Quand le fourrage vieillit sur pied, la proportion des feuilles pour les légumineuses ou des limbes foliaires pour les graminées, diminue, respectivement au profit des tiges et bourgeons floraux ou au profit des tiges, des graines et des épis. Cette modification s'accompagne de la diminution de la teneur en eau et de la valeur nutritive du fourrage.

La valeur nutritive au cours du premier cycle (premier passage sur la parcelle) est d'autant plus grande que le pâturage est réalisé précocement dans la saison. Le pâturage doit avoir lieu au printemps quand la végétation atteint 20 cm de haut avec les feuilles relevées.

La valeur énergétique des fourrages verts dépend surtout de l'espèce végétale. Pour les repousses, elle dépend également du temps écoulé depuis le précédent pâturage (soit l'âge) et l'ordre de passage sur la même parcelle (soit numéro de cycle).

Les repousses les plus intéressantes sont celles des 4 et 5^{ème} semaines pour les 2 et 3^{ème} cycles, puis des 5 et 7^{ème} semaines pour les cycles suivants.

L'annexe II permet au travers des tables de composition chimique d'estimer la valeur nutritive des aliments.

Les valeurs maximales d'un fourrage vert provenant d'une prairie permanente de plaine (1^{er} cycle, stade précoce) par kilogramme de matière sèche peuvent atteindre :

- UFC (Unités fourragères cheval) = 0,89
- MADC (Matières azotées digestibles cheval) = 146 g
- DMO (Digestibilité de la matière organique) = 77%
- Cellulose brute = 329 g

Tandis que les valeurs maximales de la luzerne peuvent être :

- UFC = 0,75
- DMO = 68%
- MADC = 174 g
- Cellulose brute = 330 g

Les fourrages de bonne qualité ainsi composés, offrent par conséquent une bonne valeur nutritive, au regard de cette composition. On remarque la forte teneur en matières azotées digestibles cheval de la luzerne, mais en revanche sa moindre digestibilité par rapport à un bon foin.

II.1.1.2) Fourrages conservés

La conservation peut modifier la valeur alimentaire du fourrage, les techniques de conservation visent à diminuer les pertes et à conserver au mieux les caractéristiques de la plante fraîche.

II.1.1.2.1) Foins

Leur valeur nutritive reste inférieure à celle des fourrages verts correspondants, les conditions plus ou moins bonnes de la fauche, de la récolte et du stockage contribuent beaucoup à cet écart. Ils sont récoltés après le fanage (dessiccation au soleil) et après une éventuelle ventilation froide ou réchauffée, sous abri. L'annexe III met en évidence l'avantage des foins du point de vue de leur teneur en vitamines D et E.

La première coupe des graminées se fait au stade d'épiaison, celle des légumineuses au stade de bourgeonnement. La deuxième coupe, appelée regain est récoltée après 6 à 7 semaines de repousse.

II.1.1.2.1.a) Foin de graminées

Les foins peuvent être comparés en fonction des lieux de culture, au même stade de croissance et à fumure azotée égale. Les fourrages de plaine ont des taux inférieurs en matières azotées et supérieurs en énergie aux fourrages récoltés en montagne.

Les valeurs maximales de la composition chimique (annexe II) pour un foin de graminées peuvent atteindre par kilogramme de matières sèches :

- UFC = 0,66

- DMO = 62%

- MADC = 102 g

- Cellulose brute = 378 g

La valeur nutritive est diminuée au regard de ces valeurs, comparativement au fourrage vert cité précédemment. Notons que la valeur en matières azotées digestibles cheval est une valeur extrême, mais que la moyenne se situe plus facilement à environ 55 g MADC/kg de MS.

II.1.1.2.1.b) Foin de légumineuses

Leur teneur en matières azotées et en calcium, comparativement plus élevées que celles des foins de graminées, accompagnées de valeurs énergétiques généralement plus faibles, en font un aliment relativement intéressant.

L'intérêt porté à la luzerne, y compris en alimentation humaine (32), est sans aucun doute une preuve de son potentiel en terme de qualité nutritionnelle. En effet on peut mentionner à titre indicatif les recherches faites par le groupe France Luzerne soutenu par l'ANVAR (Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche) sur la séparation des protéines "blanches", protéines hydrosolubles du stroma. Les protéines, principal intérêt de la luzerne, sont pour moitié des protéines vertes liées à des lipides et des pigments, et pour l'autre moitié des protéines blanches de composition en acides aminés essentiels intéressante. Les études montrent sa richesse en calcium et en vitamines. Excepté pour le phosphore, c'est le fourrage qui répond le mieux aux besoins majeurs en éléments nutritifs (annexes II et III). La luzerne permet de corriger des déséquilibres électrolytiques et de prévenir des problèmes de corne.

La valeur nutritive n'est pas beaucoup plus élevée que pour un bon foin, cependant l'avantage reste la valeur protéique de cette espèce végétale.

II.1.1.2.1.c) Foin de Crau

Ce foin répond à des normes botaniques particulières et requiert des conditions de culture et de récolte spécifiques. Le foin de Crau est produit dans les Bouches-du-Rhône à partir de prairies irriguées composées de graminées, de légumineuses et d'espèces diverses. Il se caractérise par une teneur élevée en minéraux, en calcium surtout. Il est utilisé pour les chevaux de course à l'heure actuelle.

Les valeurs maximales de la composition chimique (annexe II) pour un foin de Crau peuvent atteindre par kilogramme de matière sèche :

- UFC = 0,70

- DMO = 62%

- MADC = 72 g

- Cellulose brute = 328 g

La valeur nutritive de ce type de fourrage est très satisfaisante comparée à un foin normal.

II.1.1.2.2) Ensilages

Il faut préciser qu'ils sont peu utilisés dans l'alimentation du cheval. Les ensilages directs par exemple résultent de la fermentation contrôlée de fourrages verts mis en silos tout de suite après récolte. Ils présentent de faibles pourcentages de matière sèche et sont peu utilisés pour le cheval. Il est possible d'augmenter les proportions de matière sèche en ensilant les fourrages après un temps de séchage au sol. Cependant, seul le maïs ensilé a une valeur nutritive pour le cheval et ne complique pas la digestion dans le gros intestin.

Les conditions d'un bon ensilage, pour le cheval, reposent surtout sur des teneur en matières sèches d'au moins 25%, ce qui exclut les ensilages directs (45).

II.1.1.2.3) Fourrages déshydratés

L'intérêt de ce type d'aliment est limité par un coût élevé, néanmoins la luzerne et le maïs sont utilisés sous forme déshydratée. La luzerne est ainsi incorporée dans des aliments composés (5).

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que la luzerne déshydratée constitue un apport fibreux de meilleure qualité que les foins de graminées. Récoltée avant la floraison et séchée à haute température, elle conserve une bonne valeur nutritive, alors que le séchage au soleil l'altère.

La luzerne déshydratée peut-être utilisée sous-forme de "brins longs" ou de granulés. La consommation volontaire et la digestibilité des protéines brutes sont supérieures avec les derniers, mais la digestibilité des fibres brutes est meilleure avec les brins longs.

La luzerne déshydratée, accompagnant un aliment concentré augmente la digestion des fractions cellulosique et énergétique. En effet, un régime à base de luzerne et d'avoine fournit des quantités importantes de protéines, sodium et calcium et de plus faibles en phosphore et en énergie. Pour augmenter cette dernière, il suffit d'accroître la proportion d'avoine nue (dépourvue de son enveloppe). Excellente source de calcium, bien supérieure à un foin séché au soleil, elle augmente le rapport calcium/phosphore tout à l'avantage du cheval en croissance. L'absorption du calcium et du magnésium est augmentée et la disponibilité du calcium est très satisfaisante.

La luzerne hâchée est parfois mélangée à de la paille. Le fourrage obtenu conserve une qualité égale ou supérieure à un bon foin, pour un moindre prix.

En conséquence, cette légumineuse est une source d'éléments nutritifs de qualité avec des apports protéiques importants, qui sont, cependant, à eux seuls insuffisants à un cheval fournissant un

travail soutenu. Son influence est très positive sur la digestibilité des substances nutritives et sur la composition qualitative du sabot. Sous forme de granulés, elle est parfois légèrement additionnée de mélasse qui élimine la poussière et augmente l'appétence. Partiellement stérilisés à des températures élevées, les granulés, peu humides, sont peu propices au développement des spores de moisissures.

L'intérêt nutritif réside donc essentiellement dans l'apport azoté, mais aussi dans la teneur modérée en cellulose brute.

II.1.2) La paille, sous-produit de culture

Les pailles de blé et d'orge très utilisées doivent toujours être complétées, aucune paille ne peut être le composant unique de l'alimentation d'un cheval. En effet, essentiellement constituées de tiges, les pailles ne sont pas énergétiques (elles le seront d'autant moins qu'elles auront séjourné au sol entre la moisson et la récolte) et demeurent très pauvres en minéraux, oligo-éléments et vitamines (annexe III).

La paille ne peut donc pas être considérée comme un aliment suffisant. Néanmoins, la grande consommation de paille, principal constituant des litières, justifie que l'on s'intéresse à la qualité de sa valeur nutritive.

Une étude (42) a tenté d'établir une relation entre la valeur nutritionnelle de la paille et différents paramètres, tels que la morphologie, les facteurs agronomiques et la composition chimique de la paille.

Trois variétés de blé ont été cultivées chacune sur deux sols différents.

Pour chaque variété, la tige et les limbes ont été divisés en segments. Chaque segment a ensuite été pesé et analysé pour évaluer sa composition en protéines, cellulose, lignine et sa digestibilité.

- Concernant la morphologie des plantes :

Il n'existe pas de différence significative entre les variétés en fonction du sol de culture. Pour toutes les variétés, le poids moyen des segments décroît de l'extrémité vers la base.

- Concernant la composition chimique :

La valeur nutritive des segments décroît de l'extrémité vers la base de la plante.

Le taux de protéines est fonction de la nature du sol. Celui de la cellulose varie aussi selon la nature du sol et selon la variété. Ainsi la valeur nutritive varie avec le génotype et les facteurs environnementaux. Les limbes sont riches en protéines et en minéraux alors que les tiges renferment plus de lignine et de cellulose. Dans les tiges, la teneur en protéine diminue de haut en bas et, à l'inverse, la teneur en cellulose et en lignine augmente. Enfin les tiges sont plus riches en matières sèches que les limbes.

De ces données, il résulte une moindre digestibilité des tiges riches en lignine et en cellulose par rapport à celle des limbes riches en protéines.

Les valeurs de la composition chimique (annexe II) de la paille d'avoine sont les suivantes par kilogramme de matières sèches :

- UFC = 0,37
- DMO = 42%
- MADC = 0 g
- Cellulose brute = 420 g

La valeur nutritive est par conséquent très faible, on note pour cet "aliment de lest", une très faible digestibilité parallèlement à une forte concentration en fibres.

II.1.3) Aliments grossiers autres que les fourrages

Les racines, tubercules et leurs sous-produits sont des aliments peu utilisés et que nous ne développerons pas. Leur intérêt est surtout relatif au mode de vie du cheval. En effet ces aliments peuvent remplacer l'herbe par leur caractère appétent et rafraîchissant, ils sont cependant pauvres en matières azotées et en minéraux pour un cheval qui vit en box.

- Les carottes et les betteraves fourragères sont des aliments très appréciés des chevaux, les pommes de terre cuites sont des aliments potentiels (attention, elles sont laxatives quand elles sont consommées crues) enfin les topinambours et les bananes sont parfois distribués. Ces aliments susceptibles d'étouffer le cheval doivent être prédécoupés.
- Les pulpes de betteraves sucrières peuvent être consommées fraîches ou déshydratées mais la forme ensilée peut être à l'origine de troubles digestifs. D'ailleurs, une consommation exagérée de pulpe fraîche (au delà de 6 kg/100kg de poids vif), peut entraîner une indigestion due au pouvoir élevé d'imbibition de la pulpe. La forme aussi importe beaucoup, les cossettes sont mieux consommées que les pellets.
- Les mélasses de betteraves ou de canne à sucre, contiennent de fortes concentrations de sucres rapides, mais aussi de potassium, qui les rend laxatives. Elles sont introduites dans les aliments composés pour en améliorer l'appétibilité.

II.1.4) Aliments concentrés simples

Les aliments simples peuvent être distribués seuls ou introduits dans des aliments composés.

La valeur nutritive prend en compte les valeurs énergiques et azotées des sous-produits, elle peut être déterminée par certains laboratoires d'analyses. Cependant, la composition chimique et la valeur nutritive des matières premières et aliments concentrés sont données dans les tables de composition de façon suffisante.

II.1.4.1) Céréales

Les grains contiennent des quantités souvent intéressantes d'amidon (dans la partie appelée albumen), source d'énergie facilement disponible.

Cependant, ils sont peu pourvus en matières azotées et sont déséquilibrés sur le plan minéral (annexe II), avec des concentrations faibles en calcium et fortes en acide phytique qui est la forme peu ou pas assimilable du phosphore. L'équilibre minéral est donc à surveiller lors d'une alimentation riche en grains ou en sous-produits du grain ainsi que l'apport en lysine, acide aminé dont ils sont déficients.

II.1.4.1.1) Les différentes espèces

II.1.4.1.1.a) L'avoine

Contrairement à sa réputation d'aliment hypercalorique, l'avoine (avoines blanche, grise ou noire) a une valeur énergétique inférieure à celle des autres céréales. Sa large utilisation à cet égard ne tient qu'à la coutume.

Les valeurs de la composition chimique de l'avoine par kilogramme de matières sèches :

UFC = 1,01 ; MADC = 98 g ; Cellulose brute = 114 g

La valeur nutritive de l'avoine reste satisfaisante.

Il n'en reste pas moins que c'est la plus équilibrée en acides aminés et qu'elle contient les meilleures quantités de matières azotées. Son poids spécifique doit être élevé pour refléter une bonne qualité (paragraphe IV.1.2.3).

II.1.4.1.1.b) Le maïs

Il contient les plus forts taux énergétiques et les plus faibles taux protéiques. Le maïs est déséquilibré en acides aminés indispensables (en lysine et en tryptophane). Par conséquent son utilisation parfois justifiée requiert une complémentation adaptée.

Les valeurs de la composition chimique du maïs par kilogramme de matières sèches :

UFC = 1,32 ; MADC = 79 g ; Cellulose brute = 30 g

II.1.4.1.1.c) L'orge

L'orge a une composition intermédiaire entre le maïs et l'avoine pour les teneurs définies précédemment. L'escourgeon, orge d'hiver à six rangs, est plus riche en cellulose brute donc moins énergétique que l'orge de printemps. L'orge germée est émoliante pour le tube digestif, à cet effet elle est administrée aux chevaux en convalescence ou surmenés. De plus, l'orge est la céréale la mieux pourvue en vitamine E (annexe III).

Les valeurs de la composition chimique de l'orge par kilogramme de matières sèches :

UFC = 1,16 ; g MADC = 92 ; Cellulose brute = 54.g

II.1.4.1.1.d) Le blé

Sa valeur énergétique est très satisfaisante ainsi que ses teneurs en matières azotées, proches de celles de l'avoine. Cependant il provoque facilement des coliques et il est tenu pour responsable de fourbures et de myoglobinurie. Son utilisation nécessite le contrôle des apports, en pesant la ration plutôt qu'en mesurant son volume, et le fractionnement des prises pour éviter les obstructions digestives.

Le triticale est un complexe hybride de blé et de seigle qui requiert les mêmes précautions.

Les études concernant le blé traitent de sa valeur nutritive et de sa digestibilité. La digestibilité in vitro du blé a retenu notre intérêt (2).

L'analyse porte sur 100 plantes, à deux stades différents, à la floraison et à la maturation (c'est à dire quand le grain est pâteux). La relation étudiée est celle entre la digestibilité et les teneurs en matières sèches, en fibres et en lignine. La digestibilité est évaluée par une technique de fermentation (Tilley et Terry), les dosages avant et après la fermentation de la matière organique (MO), et des fibres en particulier, permettent d'estimer la digestibilité.

La composition des fractions de la plante varie avec la maturation. On distingue grossièrement les feuilles, la tige et les pointes.

Avec la maturation, la quantité de matières sèches augmente dans les pointes, mais diminue dans les feuilles et la tige. La teneur en fibres augmente dans les feuilles avec la maturation, la proportion de lignine augmente dans la tige. Mais lorsque l'on considère l'ensemble de la plante, les teneurs de ces trois composants diminuent. En ce qui concerne la digestibilité de la matière organique, elle diminue dans les feuilles et les tiges et augmente dans les pointes.

Globalement la diminution de la digestibilité des fibres est compensée par l'accumulation d'amidon dans les pointes de la plante ce qui explique que la digestibilité de la matière organique sur l'ensemble de la plante ne change guère au cours de la maturation.

Si la digestibilité des graines augmente (la concentration en glucose et la proportion du contenu cellulaire augmentent), la digestibilité des tiges, elle, diminue.

Les valeurs de la composition chimique de l'avoine par kilogramme de matières sèches :

UFC = 1,26 ; MADC = 103 g ; Cellulose brute = 26 g

II.1.4.1.2) Traitement des graines et des produits dérivés

- L'avoine peut être distribuée entière, mais l'orge, le maïs, plus durs sont systématiquement aplatis. Le concassage est un traitement classique qui n'augmente pas la digestibilité mais peut éviter les pâtons et aider un cheval qui aurait une mauvaise dentition.

- Les grains germés sont très appropriés pour les chevaux constipés ou en manque d'appétit. Mais il ne faut pas se méprendre, sur leur utilisation : ils sont très déficitaires en éléments nutritifs essentiels (suite à la germination) et déconseillés pour l'alimentation de base des chevaux d'élevage ou des chevaux fournissant un travail régulier.

- Les grains peuvent être traités thermiquement, ils peuvent être cuits à sec ou avec une humidité partielle. De la vapeur peut être introduite pendant la cuisson pour augmenter la pression, on parle alors d'extrusion, si la baisse de pression est brutale on parle d'expansion. Les résultats ne font pas la preuve d'amélioration notable et ces traitements sont peu utilisés.

- Les grains réhydratés et cuits à l'eau bouillante entrent dans la composition des mashés. Ces préparations ne doivent pas être trop fréquemment administrées, environ une fois par mois. Elles ont un caractère diététique et sont entre autres laxatives .

- Les farines basses, les remoulages, les sons issus de meunerie sont des produits répondant à ces exigences et sont par ailleurs bien pourvus en éléments tels le phosphore et le magnésium. Ils renferment des proportions de cellulose brute croissantes (des farines aux sons) et leurs valeurs énergétiques varient de façon inverse.

- Les farines broyées grossièrement sont incorporées dans des aliments composés pour en augmenter la valeur énergétique (cas de l'amidon de maïs dans les aliments composés pour le cheval de compétition), tandis que les sons broyés plus finement seront d'autant plus digestibles. Il s'agit de rester toujours vigilant au regard de l'apport en phosphore, qui peut introduire un déséquilibre du rapport phosphocalcique.

II.1.4.2) Légumineuses

Les apports énergétiques et azotés des légumineuses sont très satisfaisants mais ceux en calcium et magnésium ne le sont pas.

Les graines de protéagineux peuvent être consommées directement en complément, citons la fèverole, les pois, dont les cosses sont riches en calcium et potassium et le lupin qui est très riche en manganèse mais pauvre en lysine et tryptophane (acides aminés essentiels). Par contre les vesces et les gesses, toxiques sont à exclure de l'alimentation.

La caroube, légumineuse, issue du caroubier, est presque systématiquement introduite dans les aliments composés pour son appétence puisqu'elle est riche en amidon et en sucres mais reste pauvre en matières azotées et en minéraux.

II.1.4.3) Tourteaux de graines oléagineuses

Les tourteaux représentent le résidu d'extraction des matières grasses des graines d'oléagineux. Leurs teneurs énergétique et azotée sont intéressantes. Ils sont parfois déficitaires en acides aminés soufrés (méthionine, cystéine) mais ils sont riches en phosphore et en magnésium. Ils peuvent être consommés en l'état avec la ration ou introduits dans des aliments composés.

Le tourteau de lin est utilisé en vertu de ses bienfaits sur le tube digestif d'un cheval "brûlé à l'avoine" et de la brillance qu'il donne au poil du cheval, preuve de bonne santé par ailleurs. Il est utilisé cuit, afin de libérer l'acide cyanhydrique toxique qu'il contient.

Les tourteaux de soja et d'arachide sont utilisés pour les chevaux en croissance du fait de leurs teneurs équilibrées en acides aminés (sauf en acides aminés soufrés) et en matières azotées. Le tournesol est parfois utilisé pour son moindre coût, il est toutefois pauvre en lysine.

II.1.4.4) Fruits et sous-produits

Les marcs de pommes, de poires, et parfois de raisins incorporés dans des aliments composés ou à du son et des fourrages, ont pour but également d'augmenter l'appétence, car ils sont riches en sucres. Leur emploi doit être limité à cause de leur faible digestibilité, due à leur richesse en cellulose brute et à leur teneur en alcool pouvant atteindre 100 g/kg de MS.

II.1.4.5) Sous produits d'origine animale

Leur intérêt réside dans l'apport de protéines et de matière azotée mais leur utilisation est rare.

Le lait écrémé desséché est maintenant remplacé par de la poudre de lait incorporée dans les aliments pour allaitement. Le lactose rentre dans l'alimentation du poulain, avant ou après sevrage.

II.2 ALIMENTS TOXIQUES

Outre les plantes toxiques, les aliments contaminés par des résidus chimiques ou des toxines d'origine fongique ou bactérienne, les aliments altérés ou simplement l'excès quantitatif d'aliments, comme nous l'avons vu, peuvent contribuer à une intoxication.

II.2.1) Plantes toxiques

Les principales intoxications végétales chez le cheval sont repertoriées dans l'annexe IV.

Potentiellement, les risques d'intoxication peuvent être le fait de la végétation sauvage naturelle, de plantes cultivées, de certaines plantes décoratives. Si certaines plantes très dangereuses sont rares, comme la grande ciguë ou la belladone, d'autres sont parsemées, comme les renoncules ce qui diminue la possibilité pour un cheval d'ingérer une grande quantité toxique. Le cheval par ailleurs refuse nombre de plantes toxiques et sait trier.

En pratique, seules quelques plantes, une quinzaine environ, sont couramment responsables d'intoxication.

Le cheval en liberté ou en randonnées peut s'intoxiquer avec le buis, le troène, le robinier, le gui, le cytise aubours, les glands ou le millepertuis.

Par ailleurs la consommation de trèfle blanc, surchargé en azote non protéique, peut entraîner une alcalose caecalique avec libération intempestive d'ammoniac, et parfois d'endotoxines microbiennes. Le trèfle blanc, ainsi que d'autres végétaux cyanogénétiques tel que le sorgho et le tourteau de lin peuvent induire une encéphalose hépatique. Des légumineuses comme la gesse chiche, la vesce ou le lupin amer, peuvent présenter des dangers pour le cheval.

Pour exemple, l'if (*Taxus baccata*) contient un poison réparti dans toute la plante et sa concentration est maximale en fin d'hiver. Le ricin contient une phytotoxine localisée dans la graine.

L'intoxication peut se faire par l'ingestion de fourrages contenant de la nielle, de l'ivraie, des prêles ou du datura, espèces normalement facilement triées par le cheval en raison de leur saveur désagréable.

Les graines de soja, de lin et de céréales, de maïs et de blé, peuvent être ainsi contaminées par *Datura stramonium* et *Datura ferox*, plantes contenant des alcaloïdes, atropine et scopolamine respectivement. Ces alcaloïdes (28) sont antinutritifs et provoquent des troubles se traduisant par une diminution de la consommation alimentaire, mais aussi de la croissance, des sécrétions et une augmentation de la respiration, du rythme cardiaque et la dilatation des pupilles. Après la phase d'excitation, une phase d'hypothermie apparaît, accompagnée de convulsions, d'une paralysie sensorielle et motrice, d'une respiration lente et la mort survient par asphyxie.

Datura stramonium est la graine la plus toxique qui puisse contaminer les céréales. La saison, la disponibilité en eau, le type de sol et la période de coupe influencent la teneur en alcaloïdes.

La législation européenne limite la teneur en graines de mauvaise herbe dans les aliments complets et complémentaires à 3 g / kg d'aliment à 88% de MS.

Certaines substances toxiques peuvent disparaître après la récolte, la substance toxique de la ciguë, par exemple est volatile, celle des renoncules se transforme chimiquement et perd sa toxicité.

II.2.2) Mycotoxicooses

Les toxines d'origine fongique sont responsables de l'effet toxique. Tout aliment moisi est dangereux pour le cheval, soit par allergie cutanée, respiratoire, oculaire ou digestive au mycélium ou aux spores, soit par mycotoxicoose en rapport avec la synthèse mycélienne de mycotoxines, soit par mycose, développement mycélien sur l'animal parasité.

Les moisissures responsables de mycotoxicooses chez le cheval sont les suivantes :

- *Acremonium coenophialium* est un contaminant de la fétuque de roseau, ce champignon provoque des retards de croissance.

- Les rouilles des fourrages : les charbons et les caries des grains sont des parasites mycéliens qui ont la réputation de stimuler les fibres musculaires lisses. Leur toxicité réelle paraît faible mais au vu de la grande sensibilité du cheval, il est prudent d'écarter tout aliment douteux.

- Moisissures oestrogéniques : la luzerne et les trèfles sont riches, comme les légumineuses en général, en phyto-oestrogènes et pourraient exagérer la prédisposition à l'hyperoestrogénisme des juments. Ce risque est encore accru avec la luzerne parasitée par *Pseudopeziza trifolii* (luzerne tâchée), et avec le maïs contaminé par *Fusarium roseum*.

- *Stachybotrys atra* se développe sur la paille humide, sécrète une toxine du groupe des trichothécènes et peut déclencher une stachybotryotoxicoose sous forme de stomatite, de rhinite, de conjonctivite avec parfois des fissures aux lèvres et sur les naseaux.

- *Fusarium tricinctum* sécrète aussi des T2 toxines (trichotécènes) nécrosantes pour la peau et les muqueuses notamment au niveau du tube digestif où elles sont responsables d'hémorragies. Ce type de fusariotoxicoose engendre des aleucies et leucopénies (diminution du nombre de globules blancs) qui rendent le terrain favorable aux infections locales et aux septicémies.

- *Fusarium monioliiforme*, moisissure du maïs produit de la fumonisine et provoque une leuco-encephalomalacie (destruction de la substance blanche) mortelle par dégénérescence des hémisphères cérébraux. Cette mycotoxine inhibe la synthèse de sphingosine (phospholipide constitutif du tissu nerveux). Le développement de ce champignon est favorisé par l'exposition des grains à la sécheresse en début de phase de croissance suivie d'une récolte en période humide.

- *Aspergillus flavus* est responsable d'aflatoxicoses : 0,01 ppm d'aflatoxine B1 au maximum, sont autorisés dans les aliments complets. Ces toxines provoquent des lésions hépatiques, des dysfonctionnements rénaux, des entérites hémorragiques et des dégénérescences cardiaques. On les trouve dans les tourteaux d'arachide altérés et aussi dans des grains de maïs mal conservés.
- *Claviceps purpurea* est le champignon parasite, responsable de l'ergotisme. Les grains de graminées céréalières, le seigle et la triticales, sont habituellement les plus faiblement contaminés. L'intoxication peut être aïgue ou chronique, la vasoconstriction périphérique est à l'origine de gangrènes pouvant occasionner la chute du sabot.
- Les *Aspergillus* pourraient être responsables d'amphisème, maladie très handicapante chez le cheval.

On constate que nombreuses intoxications fongiques sont à l'origine d'encéphalopathie.

II.2.3) Toxines d'origine bactérienne

Clostridium botulinum , responsable du botulisme, peut contaminer les aliments, fourrages ou grains, par la présence de cadavres d'oiseaux, de rongeurs et autres petits mammifères. Suite à l'ingestion, la mort surgit dans les 3 à 4 jours qui suivent les symptômes de paralysie du train arrière, du pharynx et de la langue.

II.3 LES ALIMENTS COMPOSES

La connaissance de la valeur nutritive des aliments repose sur celle de la composition des différents composants. Malheureusement, la proportion des différentes matières premières n'est pas toujours connue avec précision.

II.3.1) Composition

Les différents constituants sont :

- les graines de céréales, leurs sons et remoulages, éventuellement les marcs de fruits contribuent principalement à l'apport énergétique,
- les tourteaux de lin, de soja, de sésame et les graines de légumineuses fournissent l'apport en matières azotées,
- les farines de luzerne, les foin et la paille apportent en grande partie la cellulose,
- les compléments minéraux et vitaminiques (vitamines A, D3, E et du groupe B) sont incorporés dans certains aliments complets ou spécifiques.

Les rations alimentaires constituées d'aliments composés peuvent être supplées ou modifiées en fonction des besoins du cheval. Pour le cheval au travail, la part d'aliment concentré peut être quantitativement augmentée, au détriment de la part fourragère, pour fournir d'avantage d'énergie. Les besoins protéiques du cheval au travail, en croissance, âgé et de la jument en lactation peuvent être satisfaits par des aliments spécifiques contenant des constituants adaptés.

Il est fréquent de trouver dans les aliments composés, la présence de certains produits :

- L'ajout de mélasse a pour conséquence de rendre les aliments plus appétants.
- Les extraits d'algues ont pour but d'apporter des vitamines ou des minéraux spécifiques.
- Les probiotiques ont pour rôle de favoriser l'équilibre et le développement de la microflore intestinale. Les levures (*Saccharomyces cerevisiae*) appartiennent le plus souvent aux sous-produits de brasserie. La culture de levures (34) est obtenue en faisant fermenter et croître de la levure sur un substrat de grains et en faisant sécher le tout à basse température pour conserver la qualité des ferments. Ainsi cette culture contient déjà les métabolites, produits par les levures, qui nourrissent les bactéries cellulolytiques et autres du tube digestif.

Les levures seules, introduites dans un processus de fabrication, peuvent être détruites par de trop hautes températures, tandis que les métabolites déjà sécrétés restent très efficaces pour améliorer la digestion. Cette propriété persiste même si la culture de levures est introduite dans un prémélange pour la fabrication d'un produit fini. Outre une meilleure disponibilité des nutriments, la culture de levures augmente chez le cheval de course, sa capacité aérobie, diminue le battement cardiaque et le taux plasmatique d'acide lactique.

A titre d'exemple, l'annexe V présente la liste des ingrédients de la gamme des aliments composés Main-Ring (34).

II.3.2) Gammes d'aliments

II.3.2.1) Les aliments complets

Ces aliments correctement équilibrés doivent être employés avec les précautions requises pour chaque cheval. Un aliment complet doit répondre aux besoins de la ration journalière.

Teneurs moyennes habituelles :

- Matières azotées : 11 à 15 %
- Cellulose brute : 15 à 20 %
- Matières minérales : 10 à 12 %
- Valeur énergétique : 0,8 à 0,9 UFC/kg de MS
- Vitamines : - A : 3 500 à 8 000 UI/kg d'aliment brut
- D3 : 1 000 à 3 000 UI/kg d'aliment brut

Les aliments granulés ou floconnés, quelle que soit leur formulation, ne peuvent être aussi bien pourvus en fibres longues qu'un fourrage. De plus, contrairement à ce dernier ils ne prennent pas en compte le besoin de mastication du cheval. A ce titre, l'appellation d'aliment complet pour un aliment concentré, reste à nos yeux, relative à ce que l'on entend par "ration journalière". Comme nous le rappelons dans le chapitre de législation, dans d'autres pays, comme l'Angleterre, les aliments concentrés sont presque tous dénommés "complémentaires", car les fourrages sont très représentés dans la ration, sans doute en raison de leur plus grande production.

La gamme des aliments complets pour chevaux est large. De nombreuses marques d'aliments présentent pour les chevaux au travail, différents aliments complets en fonction de l'intensité du travail (annexes VI.a et VI.b).

La forme des aliments complets varie, il existe des granulés, des mélanges floconnés et/ou granulés, parfois ils sont présentés sous forme de croquettes, comme par exemple les aliments Royal Horse (annexe VI.c).

II.3.2.2) Les aliments complémentaires

Les aliments complémentaires ne peuvent constituer à eux seuls la ration journalière totale. A ce titre, l'aliment complémentaire doit préciser quel autre aliment il complète ou éventuellement dans quelles conditions il est recommandé.

Il existe de nombreux aliments complémentaires de fourrages. Ces aliments fournissent tous les éléments nécessaires au cheval, excepté les fibres. Ils se caractérisent par des teneurs en cellulose brute beaucoup plus faibles, et des teneurs plus élevées en matières azotées, par rapport aux aliments complets.

Valeur énergétique : 0,9 à 1,05 UFC / MS

Vitamines: - A : 10 000 à 16 000 UI/kg d'aliment brut

- D3 : 2 000 à 6 000 UI/kg d'aliment brut.

La gamme des aliments complémentaires couvre les différents types d'activité des chevaux.

- Les aliments complémentaires de fourrages peuvent s'adresser au cheval au travail. Ils existent sous diverses formes, mélanges floconnés et/ou granulés, flocons de maïs, d'orge ou de gruau d'avoine. D'autres sont destinés aux animaux d'élevage (juments et poulains) et se présentent sous forme de mélanges floconnés et/ou granulés ou de croquettes granulées qui peuvent être complémentaires de céréales et de fourrages.

- D'autres aliments sont, à l'inverse des précédents, complémentaires d'aliments concentrés. Ces produits ont une teneur en fibres élevée, ils complètent une alimentation très concentrée énergétiquement. Moins volumineux que les fourrages simples et très appétents, ils se présentent sous forme de brins longs ou hâchés. La luzerne est souvent ainsi présentée, seule ou mélangée à de la paille (annexe VI.d).

- Certains aliments complémentaires peuvent jouer le rôle de suppléments comme les compléments minéraux et vitaminiques (CMV). Ces derniers ne doivent jamais être introduits dans l'alimentation journalière de façon définitive ni habituelle. Ils correspondent à un apport supplémentaire et leur utilisation doit se justifier par un besoin spécifique.

Parmi les suppléments, on peut citer le bloc à lécher (riche en chlorure de sodium) et l'aliment composé minéral vitaminé pour les chevaux ayant des besoins accrus en vitamines et minéraux (chevaux en croissance, au pré, en convalescence).

II.3.3) Produits commerciaux

Les principaux produits commerciaux français sont répertoriés dans l'annexe VII, dans l'ordre décroissant de leur nombre d'unité de production. Cette liste n'est pas exhaustive. Chaque marque est le produit d'une entreprise ou d'une de ses filiales.

Beaucoup de fabricants d'aliments pour chevaux proposent toute une gamme de produits alimentaires. Pour chaque type d'aliment, la notice cite les compléments qui le caractérisent, les chevaux à qui il est destiné et explicite clairement son utilisation (annexe VI.b). Mais parfois la notice d'information de l'aliment s'applique à la présentation des produits et à vanter leurs mérites sans détailler assez leur composition. Certaines marques d'aliment possèdent une très large gamme de mélanges alimentaires permettant d'adapter les apports aux différents types de besoins en fonction du cheval et de son activité.

De nombreuses entreprises de ce secteur sont maintenant certifiées ISO 9002 et donnent l'assurance que leurs aliments sont exempts de contaminations, ce label de qualité figure souvent sur les brochures.

II.3.4) Fabrication

II.3.4.1) Secteur production

La production commence à la réception des matières premières, elle comprend la gestion des stocks. La fabrication (7 & 34) suppose la maîtrise des techniques de fabrication employées et une bonne gestion des commandes que le planning de production doit gérer simultanément à la production quotidienne. Généralement cette gestion se fait à l'aide d'un système informatique. Tout au long de la chaîne de production les contrôles sont effectués en respect du système d'assurance qualité de l'entreprise. La production travaille donc en étroite collaboration avec le département des ventes (nationale et étrangère) et de la distribution ainsi qu'avec le laboratoire de contrôle.

Le secteur de production se compose généralement de plusieurs lignes de travail, permettant la fabrication des différents types de produits : les mélanges, des blocs, pressés ou extrudés, des mélanges liquides, des mélanges de minéraux, des produits mélassés ...

Le système informatique doit permettre de gérer tous les produits, matières premières et produits finis, c'est à dire permettre de savoir qualitativement et quantitativement, à chaque instant, les produits qui sont en stock, ceux qui sont en production et ceux qui sont en commande. A l'aide de ces informations, la gestion par ordinateur permet d'établir des prévisions pour la fabrication.

Chaque article fabriqué a sa formulation propre et en production, le système informatique doit permettre de s'assurer que les formulations utilisées sur les chaînes de fabrication, sont bien celles à l'ordre du jour.

Les propositions de nouvelles formulations ou de modifications de composition peuvent venir d'un technicien interne à l'entreprise ou d'un client. Le prix de revient est un des premiers facteurs étudié lorsqu'une nouvelle formulation est proposée. Le prix peut être estimé avec les différents paramètres relatifs à la formulation.

La formulation des aliments peut être établie de deux façons. La programmation linéaire de la formule permet de produire à moindre coût un aliment dont la nature et la proportion des composants peuvent varier en fonction de leur prix de vente, mais les apports nutritionnels restent, théoriquement, constants. Dans le second cas, la formule est établie de façon fixe, ses composants restent les mêmes en nature et en quantité, cette solution semble faire la préférence des fabricants d'aliments pour chevaux, sans doute pour des raisons de qualité.

II.3.4.2) Processus de traitements thermiques

Les aliments pour chevaux peuvent subir divers traitements thermiques au cours de leur fabrication (7 & 23).

- Cuisson

On entend par cuisson, le trempage des graines qui sont ensuite portées à ébullition pendant 30 minutes et laissées à sécher hors de l'eau. Ce type de traitement augmente beaucoup la teneur en eau des graines qui ne sont pas utilisables en l'état dans un procédé de fabrication.

- Micronisation

Les graines sont chauffées par des rayons infra-rouge induisant l'échauffement de la matière grâce à de l'énergie de vibration. L'intérieur du grain peut atteindre une température de 135°C.

- Jet sploder

C'est un procédé de cuisson à sec. Le produit est introduit dans une enceinte contenant de l'air sec à environ 300°C, pendant une très courte durée. L'eau interstitielle (eau essentiellement extracellulaire) s'évapore et laisse des micropores. La densité du produit est réduite mais du fait de la brièveté du traitement, il n'est pas déshydraté. On peut ensuite envisager d'aplatir ou de traiter mécaniquement le produit.

- Toastage

Après broyage, les graines sont chauffées à la vapeur pendant 20 minutes entre 100 et 160°C. Le taux d'humidité est alors de 25%. Ce procédé transmet la chaleur grâce à l'air chaud et à la conduction thermique par la vapeur. Il peut servir, entre autres, de pré-cuisson pour les protéagineux.

- Floconnage

Les graines sont soumises à un traitement thermique par la vapeur d'eau à pression atmosphérique ou plus élevée, puis par un traitement mécanique d'applatissage entre deux rouleaux cannelés. Les flocons qui en résultent, présentent une moindre densité. Le traitement mécanique permet de valoriser l'amidon.

Ce traitement s'oppose au toastage pour lequel le traitement mécanique précède l'action de la vapeur et autorise ainsi la pénétration de l'eau et une cuisson plus poussée.

- Extrusion

Cette technique consiste à forcer l'écoulement du mélange à travers une filière (orifice de faible diamètre) à l'aide d'une forte pression exercée par une ou plusieurs vis d'Archimède. Cette vis comprime et cisaille le produit, réduit en "farine" en amont de la filière. La pression exercée fournit de l'énergie transformée en chaleur, mais qui ne cuit que partiellement le produit ainsi traité.

- Expansion

Dans le procédé précédent il est possible d'inclure le traitement thermique par injection de vapeur d'eau, généralement à l'aide d'une pompe, avant la filière. Dans ce cas la température peut s'élever de 110 à 200°C et permet la gélatinisation de l'amidon. Sous l'effet de la pression, l'eau s'évapore immédiatement à la sortie de l'extrudeur, et laisse des alvéoles. Le produit subit une décompression brutale qui entraîne une augmentation de volume du granulé, ou autre produit, dont la densité est diminuée.

Ce traitement est relativement coûteux mais il permet tout à la fois la cuisson, le broyage et l'homogénéisation du produit sur une même ligne de travail. De plus la mise en forme s'adapte à la sortie de l'extrudeur, la matière est coupée ou tranchée à la dimension désirée pour la fabrication de blocs ou de plus petites unités. Ce traitement prend son intérêt surtout pour le mélange de matières premières ou les formules complexes.

Les traitements thermiques précités, pour la plupart, permettent de cuire la matière organique des nutriments et particulièrement de l'amidon qui s'avère plus digestible sous forme cuite. Ils peuvent aussi contribuer à la dénaturation de substances toxiques thermodégradables, contenues notamment dans les graines d'oléoprotéagineux.

II.4 CALCUL D'UNE RATION

II.4.1) Bases pour l'établissement d'une ration

Il s'agit de choisir des aliments, en nature et quantité, qui répondent aux besoins du cheval, c'est à dire qui couvrent les dépenses d'entretien et de production en maintenant le cheval en bonne santé.

Le calcul des rations demande de connaître :

- * les apports recommandés en énergie, protéines, minéraux, oligo-éléments et vitamines (annexe I)
- * les valeurs nutritives des aliments en ces différents composants et la digestibilité de ces aliments (annexe II).

II.4.1.1) Besoins nutritionnels et apports alimentaires recommandés

Physiologiquement, il n'est pas toujours bénéfique, ni surtout économique, de satisfaire la totalité des besoins nutritionnels des chevaux. Le plus souvent cependant, les apports alimentaires sont supérieurs aux besoins nutritionnels.

Ces apports sont inférieurs aux besoins du cheval de sport qui fournit des efforts intenses, car si celui-ci consommait la quantité nécessaire de nourriture, les risques de colique et de myoglobinurie seraient considérablement augmentés. C'est également le cas chez la jument lourde en fin de gestation.

Dans ces cas là, les chevaux trouvent le complément dans leur réserve grasseuse, ils perdent donc momentanément du poids. Les apports dits recommandés prennent donc en compte ces contraintes. Tous les apports recommandés par l'INRA et le NRC surestiment le plus souvent les besoins, afin d'en assurer la couverture.

Les tables d'apports journaliers recommandés devraient faciliter le calcul des rations, elles différencient les races, les tailles et les situations physiologiques (jument, étalon, gestation, croissance, travail, engraissement ...).

A titre d'exemple, le tableau VI présente quelques valeurs données par l'INRA.

Tableau VI : Apports journaliers pour un cheval de poids vif adulte de 500 kg (23)

	UFC	MADC (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	MS (kg)
Cheval (entretien)	4.2	295	25	15	7	12	7 - 8,5
Jument (valeurs moyennes)							
- fin gestation	5,2 - 5,3	460 - 485	39	28	7	12	7 - 11
- début lactation	9,8	950	61	55	10	15	12 - 15
Etalon (valeurs moyennes)							
	7.3	550	30	18	10	24	10,5 - 12,5
Croissance (8 à 12 mois pour une prise de poids moyenne espérée de 750 g / jour)							
	5,5	590	39	22	10	12	5,5 - 8
Cheval (travail)	7.2 - 7.9	490 - 540	35	19	10	40	10,5 - 12

La quantité de chaque aliment à distribuer est calculée en kg d'aliment brut exprimé en matière sèche.

II.4.1.2) Poids vif et état corporel

La ration tient compte du poids vif. Le poids vif peut s'évaluer au "coup d'oeil" avec une faible précision, ou bien être estimé par un calcul après mensuration.

Poids vif = a x périmètre thoracique (PT) + b x Hauteur du garrot (HT) + c

Cette approximation reste à manier avec précaution, a et b étant des constantes qui varient selon le type du cheval.

L'état corporel caractérise quant à lui l'engraissement du cheval, il est un indicateur de la qualité de la ration. Il peut ici encore être estimé au "coup d'oeil", mais aussi par palpation entre les 10^{ème} et 14^{ème} côtes (niveau des quartiers de selle).

II.4.2) Calcul de la ration

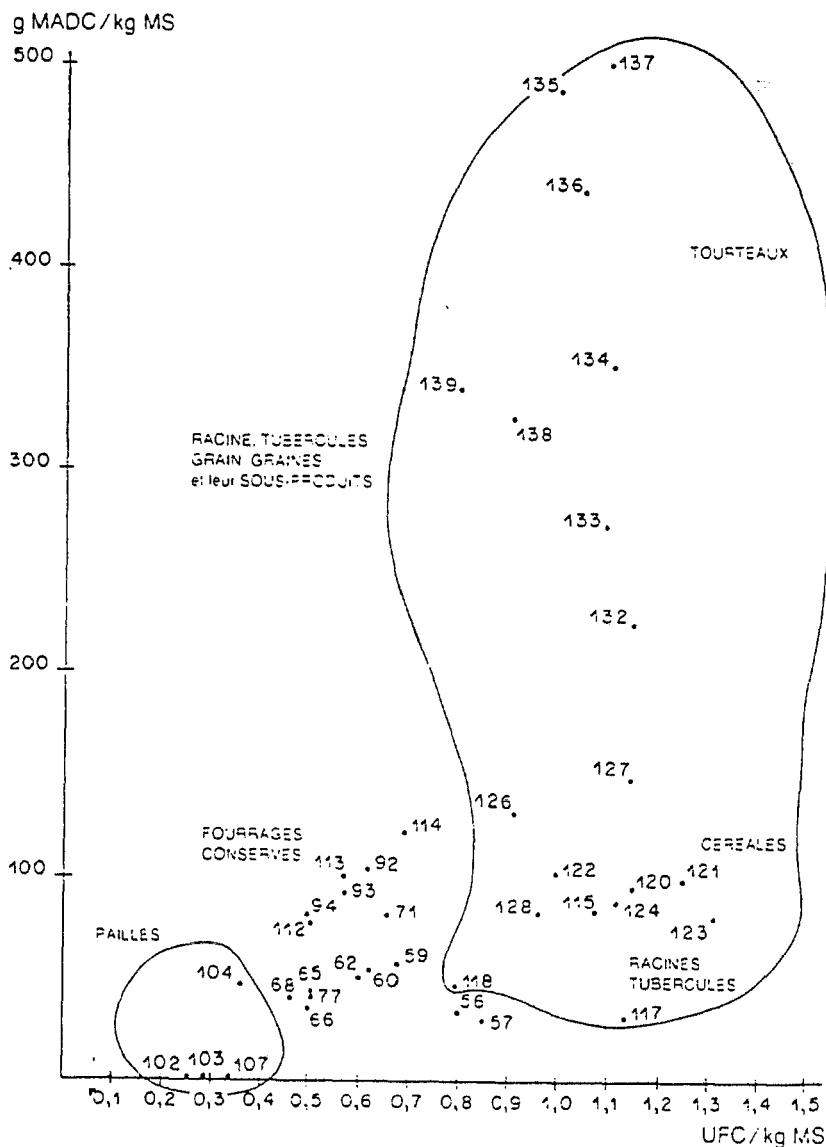
Ce calcul revient à déterminer les proportions et la composition des aliments dans la ration, pour assurer les apports en énergie (UFC) et en matières azotées (MADC).

II.4.2.1) Base de calcul

Le calcul de la ration peut se faire par une méthode graphique ou une méthode informatique. La représentation graphique des aliments est commune aux deux méthodes. La visualisation de la ration est ainsi plus facile qu'en utilisant les tables. Tous les aliments sont caractérisés par leur valeur énergétique (X g UFC) figurant en abscisse et par leur valeur azotée (Yg MADC), en ordonnée, exprimée par Kg de matière sèche (MS).

La figure 5 représente les aliments courants par leur numéro respectif figurant dans l'annexe II. Ce type de graphe permet donc pour un aliment choisi de connaître les apports énergétiques et azotés qu'il offre et inversement, connaissant les besoins énergétiques et azotés d'un cheval, de s'orienter vers le type d'aliment adéquat.

* Figure 5 : Représentation graphique des aliments les plus courants (23)



II.4.2.2) Méthode graphique de calcul de la ration journalière

II.4.2.2.1) Composition optimale d'une ration composée de deux aliments

Le but est d'établir la ration journalière optimale pour les valeurs UFC, MADC et MS données.

Exemple : Jument de selle , 500 kg , 11ème mois de gestation

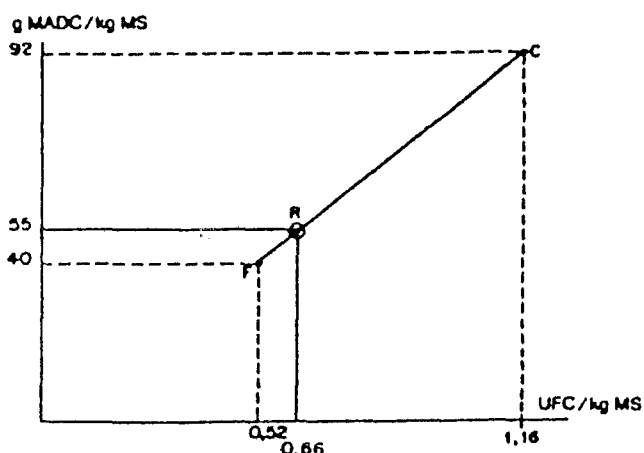
- Apports recommandés : 5,8 UFC ; 485 g MADC ; 7,5 à 11,0 kg MS (8,8 en moyenne)

- Soit la ration optimale symbolisée par la lettre "R" et soit les teneurs de cette ration optimale :

$$5,8 / 8,8 = 0,66 \text{ UFC / kg MS} \quad \text{et} \quad 485 / 8,8 = 55 \text{ g MADC / kg MS}$$

Il s'agit de placer ce point dans le graphique des aliments, avec ses coordonnées, correspondant aux valeurs ci-dessus (Figure 6).

* Figure 6 : Graphe pour la détermination d'une ration (23)



Le point "F" représente le foin, le point "C" représente l'aliment concentré et "R" représente la ration idéale théorique.

Dans une ration composée de seulement deux types d'aliments, les trois points F, R et C doivent être alignés, tels que R appartienne au segment (FC).

Connaissant les coordonnées de R et celle de l'un des aliments que l'on veut administrer, par exemple F, on cherche la valeur des coordonnées du point C.

En mesurant les distances $d(FC)$, $d(FR)$ et $d(CR)$ on peut déterminer les pourcentages de chacun des deux composants.

- Pourcentage de foin % F : $d(CR)/d(FC)$

- Pourcentage d'aliment concentré % C : $d(FR)/d(FC)$

Connaissant UFC_C et UFC_f , les valeurs énergétiques par kg de matières sèches, respectivement de l'aliment concentré et du foin et $MADC_C$ et $MADC_f$ leur matières azotées digestibles cheval, en grammes par kg de matières sèches, il est alors possible de définir les quantités de F et de C à distribuer à partir de la quantité de MS recommandée.

Quantité de matières sèches de foin : $qMS_f = \% F \times 8,8$

Quantité de matières sèches d'aliment concentré : $qMS_C = \% C \times 8,8$

Pour vérifier nos apports, il suffit de comparer les valeurs qui seront distribuées à celles qui sont recommandées :

Total de l'apport d'énergie des deux aliments : $(qMS_f \times UFC_f) + (qMS_C \times UFC_C)$

Ce total ne doit pas différer de plus de 0,05 UFC de la valeur énergétique recommandée.

Total de l'apport MADC des deux aliments : $(qMS_f \times MADC_f) + (qMS_C \times MADC_C)$

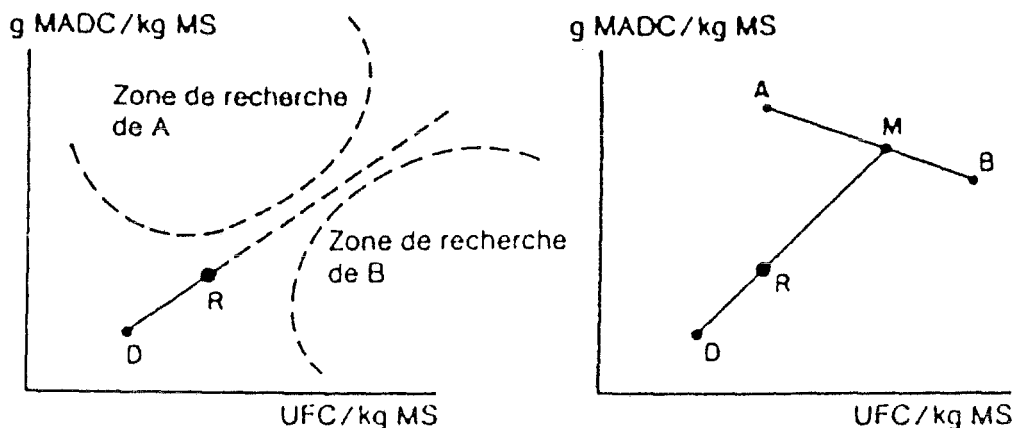
Ce total ne doit pas différer de plus de 10 % de la valeur recommandée en g MADC (485 g MADC pour l'exemple).

II.4.2.2) Composition optimale d'une ration composée de trois aliments

Lorsque le second aliment n'est pas situé sur la droite reliant le premier aliment à la ration idéale, il faut alors composer une ration, à l'aide de trois aliments, en utilisant le même principe que précédemment et en progressant par étape.

L'aliment de départ "D" est celui que l'utilisateur veut utiliser en priorité, (le foin récolté pour l'hiver par exemple). Cet aliment est repéré sur le graphique par le point D (figure 7), à l'aide de ses coordonnées (teneurs en UFC et en g MADC / kg MS).

* Figure 7 : Graphe pour la détermination d'une ration (23)



L'aliment D est associé au mélange de deux autres aliments A et B, représenté par le point "M". Le point M doit se retrouver sur la droite (DR) où R représente toujours le point dont les coordonnées ont les valeurs UFC et MADC recommandées pour une ration idéale. R appartient au segment (DM) et M appartient au segment (AB) où A et B symbolisent les deux aliments du mélange "M".

Comme précédemment en mesurant les distances d(DR), d(MR) et d(DM), on calcule les pourcentages de D et de M dans la ration et la mesure des distances d(AM), d(BM) et d(AB) permet ensuite le calcul des pourcentages de A et de B dans M.

La vérification de l'accord entre les apports attendus et les apports réels se fait comme précédemment.

Ce type de calcul est applicable également pour des rations composées même de plus de trois aliments.

En pratique, il est possible de s'inspirer des recommandations de l'INRA (tableau VII) qui permettent de fixer les proportions de chacun des types d'aliments.

Tableau VII : Guide de la composition des rations (23)

Type animal	Etat physiologique Objectif zootechnique	Pourcentages		Commentaires **
		Four- rages *	Concen- tré	
Juments	Gestation Lactation	50 à 95	5 à 50	Fourrages B † à TB// Fourrages M † à TB//
Etalons	Repos	85-95	5-15	Paille// + Fourrages M à TB//
	Service	60-70	30-40	Paille// + Fourrages M à TB//
Cheval de selle en croissance	1 an Croît optimum Croît modéré	40-65	35-60	Fourrage B à TB † ou E//
		65-75	25-35	Fourrage B et TB †
	2 ans Croît optimum Croît modéré	75-80	20-25	Fourrage B à TB † ou E//
		80-85	15-20	Fourrage M † ou B//
	3 ans Croît optimum Croît modéré	80-85	15-20	Fourrage B//
		85-90	10-15	Paille † + Foin B//
Cheval de trait • en croissance • à l'engrais	1 ou 2 ans Croît optimal	40-60	40-60	Fourrage B † à TB//
	1 ou 2 ans Croît modéré	85-90	10-15	Paille † + Foin B//
	10 mois Croît très élevé	30-50	50-70	Fourrage TB à E †
	12 mois Croît élevé	40-70	30-60	Fourrage TB à E †
Cheval au travail • selle • trait	Repos à travail intense	35-95	5-65	Foin B à TB// + Paille//
		55-95	5-45	Foin M à B// + Paille//

M : Fourrages de qualité Moyenne

B : Fourrages de qualité Bonne

TB : Fourrages de qualité Très Bonne

E : Fourrages de qualité Exceptionnelle

† : Fourrages distribués à volonté

// : Fourrages distribués en quantité limitée

* La paille est incluse dans les pourcentages de fourrages indiqués.

** La paille est distinguée des fourrages pour préciser le mode de distribution qui lui est spécifique.

Dans ce cas, les pourcentages de foin (% F) et d'aliment concentré (% C) sont préétablis. Les équations $\% F = d(CR) / d(FC)$ et $\% C = d(FR) / d(FC)$ permettent de calculer la distance des points C et F au point R. On peut donc déterminer deux points C et F à l'aide du graphique de représentation des aliments (figure 5). L'aliment concentré et le foin administrés devront avoir les valeurs UFC et MADC proposées par les coordonnées des points C et F.

D'autre part, la fiche de rationnement (tableau VIII) est utile pour visualiser facilement le résultat du calcul des éléments nécessaires et le comparer au guide de composition des rations.

Tableau VIII : Fiche de rationnement (23)

Date : 1.11.88

Poids vif (kg) : 300 kg (moyen pendant la période)

Age : 6 à 12 mois — an(s)

Type d'animal : Cheval de selle en croissance

Période : 1^{er} hiver après le sevrage

Objectif zootechnique : croît modéré de 500 g par jour.

	Valeur nutritive aliments par kg MS					Quantités kg MS	Apports nutritifs aliments par jour				
	UFC	MADC	P	Ca	Mg		UFC	MADC (g)	P (g)	Ca (g)	Mg (g)
Foin de pré n° 62	0,61	50	3,0	6,0	2,0	5,95	3,63	298	18	36	12
Orge n° 120	1,16	92	0,9	4,0	1,2	0,85	0,99	78	1	3	1
T. soja 50 n° 130	1,09	496	7,5	3,3	—	0,20	0,22	99	1	1	—
Apports journaliers totaux calculés (1)						7,00	4,84	475	20	40	13
Apports journaliers recommandés (2) (Tableaux Chapitres 3 à 7)						7,00	4,80	470	17	30	10,5
Différence (1) - (2)						0	+ 0,04	+ 5	+ 3	+ 10	+ 2,5

Composition de la ration en matière brute

Aliments	Quantité (kg MS) (1)	Teneur en MS (%) (2)	Quantités (kg brut) (3) = (1) : (2)	Prix/kg (4)	Prix/jour (3) × (4)
Foin de pré	5,95	0,85	7,00	0,70	4,90
Orge	0,85	0,86	1,00	1,30	1,30
Tourteau soja	0,20	0,88	0,23	1,70	0,39
Total					6,59

Les apports en énergie ne doivent pas différer de plus de 0,10 UFC de ceux recommandés et les apports en matières azotées de plus de 5%.

II.4.2.3) Complémentation minérale et vitaminée

La composition théorique d'un complément est donnée dans le tableau IX.

Comme nous l'avons déjà souligné, l'apport adapté en minéraux et en vitamines est très important. Les apports par les aliments sont donnés par des tables et il est parfois nécessaire de les compléter soit séparément, soit en les ajoutant à l'un des composants de cette ration.

Il peut être opportun, pour un cheval en croissance, ou fournissant un travail intense, de modifier les apports minéraux et vitaminiques apportés en complément.

Tableau IX : Composition théorique moyenne du complément minéral et vitaminique (23)

Teneurs	Quantité distribuée par jour		
	50 g	100 g	150 g
Magnésium %	6 - 8	3 - 4	2 - 3
Sodium %	10 - 14	5 - 12	3 - 10
Cuivre mg/kg ⁽¹⁾	800 - 2 000	400 - 1 000	250 - 700
Cobalt mg/kg ⁽¹⁾	30 - 50	15 - 25	9 - 16
Zinc mg/kg ⁽¹⁾	3 500 - 10 000	1 750 - 5 000	1 250 - 3 300
Manganèse mg/kg ⁽²⁾	0 - 4 000	0 - 2 000	0 - 1 300
Vitamine A UI/kg ⁽³⁾	600 000 - 1 100 000	300 000 - 550 000	200 000 - 350 000
Vitamine D UI/kg ⁽³⁾	75 000 - 150 000	37 000 - 80 000	25 000 - 50 000

(1) Les besoins en cuivre, cobalt et zinc, sont élevés pour tous les chevaux sauf le cheval de boucherie à l'engrais : on recherchera donc préférentiellement les CMV dont les teneurs sont proches de la valeur la plus élevée de la fourchette.

(2) Les besoins en manganèse sont élevés seulement pour le cheval de boucherie à l'engrais recevant des régimes à base d'ensilage de maïs : on recherchera donc préférentiellement pour ce type d'animal les CMV dont les teneurs sont proches de la valeur la plus élevée de la fourchette.

(3) Les besoins en vitamines sont très élevés pour les juments, les étalons, les chevaux au travail : on recherchera donc préférentiellement les CMV dont les teneurs sont proches de la valeur la plus élevée de la fourchette.

II.5 MARCHÉ

II.5.1) Industrie de l'alimentation animale

Les aliments pour chevaux sont presque uniquement composés de produits végétaux et pour cette raison l'industrie de l'alimentation cheval appartient au domaine plus large de l'industrie de l'alimentation animale. Cette industrie recoupe divers secteurs :

- l'industrie de la chimie et de la pharmacie,
- les céréaliers et producteurs de matières premières,
- les professionnels de l'élevage,
- l'industrie agro-alimentaire.

II.5.1.1) Segmentation des industries par activité et ventes

Les industries (34) sont schématiquement regroupées en fonction de leur type d'activité et de leur comportement stratégique.

* L'effort de recherche et de développement résulte du montant des dépenses imparties par rapport au chiffre d'affaire, de l'existence de complexe scientifique ou de ferme expérimentale. Cet effort est fourni en fonction de l'intérêt de l'entreprise pour les nouvelles technologies.

* Le niveau de spécialisation de l'entreprise est un facteur discriminant. Dans l'ordre décroissant de spécialisation, on trouve :

- les groupes intégrés (Sanders, Guyomarg'h, CCPA, UNICOPA, PURINA, UCAAB, UCANOR...),
- les firmes-services indépendantes (Techna, Central soya, Langlois...),
- les fabricants d'aliments composés (Glon, Coop du Gouessant...).

* Le degré d'intégration en aval, soit la maîtrise de l'aval de la filière, est un paramètre de classement des entreprises.

* L'intensité des rapports avec la société mère influe sur les objectifs, les ressources, la recherche au plan nutritionnel et technologique, et donc sur la stratégie choisie par l'entreprise.

* L'étendue de sa gamme, produits et services confondus, est facteur de classification.

* Le choix de l'internationalisation concerne plus facilement les groupes intégrés et les firmes services. Il contribue au transfert des technologies à l'étranger.

Quatre ensembles stratégiques (ES) d'activité, sont définis comme suit :

- ES1 désigne les groupes intégrés privés qui maîtrisent l'aval de la filière de production. Cet ensemble comprend des firmes-services (et les entreprises de leur groupe) et des spécialistes de l'élevage. Dans cette catégorie, les entreprises sont présentes au niveau du développement, elles ont une couverture nationale et un savoir-faire en alimentation et technologie.
- ES2 désigne les groupes intégrés sans maîtrise particulière de l'aval. Cet ensemble comprend les industriels focalisés sur l'alimentation animale (dont les filiales de grands groupes étrangers), qui possèdent un savoir faire technologique et nutritionnel.
- ES3 désigne les groupes ne maîtrisant pas l'aval de la filière. Cet ensemble comprend les firmes-services indépendantes dont les fabricants de prémélanges et de composés minéraux.
- ES4 désigne les fabricants d'aliments composés, les sociétés privées et les coopératives, qui au niveau régional ont des contacts avec les éleveurs.

La carte des ensembles stratégiques peut ainsi être schématisée.

Tableau X : Les ensembles stratégiques (34)

D° de spécialisation décroissant	Maîtrise de l'aval	
	faible	forte
Groupes intégrés	ES2 Duquesne Purina, UFAC, COFNA ...	ES1 Guyomarc'h, Sanders, SODEVA, CCPA, UCAAB, UCANOR, ...
Firmes services indépendantes	ES3 Techna, Langlois, SOTEFAC, Centra-soya, Dievet ...	
Fabricant d'aliments composés	ES4 Arrive, Glon, Le Gouessant ...	

II.5.1.2) Distribution

II.5.1.2.1) Vente

Les prémélanges , les compléments minéraux et vitaminiques sont vendus

- par les groupes intégrés, en vase clos, aux fabricants d'aliments composés de leur groupe,
- par les firmes services indépendantes aux éleveurs auto-fabricants, aux fabricants d'aliments composés et aux industriels transformateurs, avec lesquels elles entretiennent des relations de partenariat.

Les aliments composés s'adressent à la clientèle que sont les éleveurs et les transformateurs.

Tableau XI : Schéma pour la distribution des aliments complets et complémentaires (34)

Groupe client	Fabricants	Eleveurs		Transformateurs	
		auto-fabricant	non	auto-fabricant	non
Fournisseurs	d'aliments composés				
Groupes intégrés	+				
Firmes services indépendante	+	+		+	
Fabricants d'aliments			+		+

II.5.1.2.2) Concurrence

La concurrence s'exprime par différents biais, communément à d'autres secteurs. Entrent en compte le jeu des prix et des promotions, la sortie de nouveaux produits, l'offre de services et de la qualité la plus irréprochable.

Les points faibles de ce secteur seraient le taux de croissance médiocre selon les périodes, les coûts fixes élevés et le poids des excès de production.

Par ailleurs la concurrence est aussi exercée par la menace des nouveaux entrants sur le marché actuel et par le risque de voir des produits de substitution apparaître.

En pratique, cette concurrence résulte du pouvoir de négociation :

- des clients d'une part, aujourd'hui les firmes services diminuent les prix, augmentent les services et la qualité pour satisfaire les fabricants tout comme les éleveurs,
- des fournisseurs d'autre part, ils procurent des matières premières soit d'origine chimique aux firmes services indépendantes, soit d'origine agricole aux fabricants d'aliments composés.

II.5.2) Industrie de l'alimentation cheval

Les marques d'aliments pour chevaux les plus connues sont des produits d'entreprises très développées dans le secteur de l'alimentation animale, et du secteur bovin le plus souvent.

Dans le monde équestre il faut percer un "milieu" relativement fermé. Il faut "changer les mentalités". Comme nous l'avons déjà signalé, nombreuses sont les écuries où les chevaux sont nourris traditionnellement d'orge, d'avoine et de fourrages, ou alors de granulés (issus de la coopérative) et périodiquement de mashes. La ration est parfois suppléée par un complément minéral et vitaminique. Les personnes s'occupant de chevaux appartiennent en quelque sorte au monde agricole. Les grandes firmes service intégrées travaillant avec le monde agricole sont donc les plus prédisposées à conquérir ce marché. Les aliments floconnés tentent de s'implanter avec beaucoup de difficulté et pour l'instant les entreprises nouvelles qui ne voudraient investir que le domaine de l'alimentation cheval sont peu nombreuses et peu rentables. Cependant, le marché est non saturé (25).

Pour faire face à la concurrence, les fabricants organisent leur distribution à l'aide soit de distributeurs salariés, soit de distributeurs indépendants qui connaissent le terrain.

Les fabricants investissent les lieux de rencontres tels que les compétitions, les show ou autres manifestations, le salon du cheval. Il existe des rencontres réservées uniquement aux professionnels du cheval, comme BETA, en Angleterre.

Pour poser les marques de ce secteur industriel relativement nouveau et manifester un sérieux désir de reconnaissance, onze des principaux fabricants d'aliments pour chevaux se sont regroupés à la fin de l'année 1996 pour former le CNEF, Club de Nutrition Equine Français, qui est né sous l'égide du SNIA (Syndicat national des industries de la nutrition animale). Ce groupement veut mettre en avant les règles légales et professionnelles strictes de fabrication et les contrôles rigoureux et réguliers des matières premières comme des produits finaux.

III CONTROLES

III CONTROLES

III.1 CONTROLE DES COMPOSANTS

III.1.1) Echantillonnage

L'échantillon, quel qu'il soit doit être représentatif de l'aliment (paille, foin, silo, stock d'aliment concentré). L'échantillonnage s'effectue en plusieurs prises réparties dans tout le volume d'un fourrage, dans différents sacs d'un aliment concentré, ou sur plusieurs jours au niveau de l'écoulement d'un aliment stocké dans une cuve. Les prises seront mélangées de façon homogène. Le prélèvement envoyé pour le laboratoire représente 10 à 20 % du mélange ainsi réalisé.

Prélèvement et conservation de l'échantillon concernant les ensilages :

Deux kilogrammes environ en un minimum de dix prises réparties sur le front du silo. L'échantillon est introduit dans un sac plastique dont on chasse l'air, que l'on maintient par la suite à la température de 8°C maximum. Ce sac sera expédié le plus rapidement possible au laboratoire afin que des transformations d'un autre genre que celles propres à la conservation en silo ne se développent pas.

Les tailles d'échantillons sont en moyenne les suivantes :

Foins et pailles : 5 kg

Aliments concentrés : 1 kg

III.1.2) Critères d'estimation retenus par la profession

La qualité des aliments dépend non seulement de la nature chimique et de la composition quantitative des constituants mais aussi de leur organisation et de la structure qui en résulte. Les caractéristiques qui amènent un cheval à accepter ou non un aliment sont un ensemble de facteurs dont les caractères organoleptiques (l'odeur, le goût, la structure propre de chaque aliment), l'ingestibilité c'est à dire la quantité d'aliment offert à volonté, que le cheval peut spontanément consommer, la valeur énergétique et la valeur azotée, le but est donc de connaître mieux la valeur alimentaire et l'état de conservation pour déterminer la valeur nutritive. Pour cela, il existe un certain nombre de critères définis par la profession.

III.1.2.1) Foins

III.1.2.1.1) Caractères organoleptiques

L'appréciation directe des foins concernent les foins de prairies naturelles comprenant plusieurs espèces de plantes, les foins de prairies temporaires comprenant une espèce de graminée parfois accompagnée d'une espèce de légumineuse, les foins de prairie artificielle composés d'une seule espèce de légumineuse.

La détermination du stade végétatif des plantes à la récolte peut se faire par observation :

- Aspect des inflorescences,
 - rares ou absentes : foin coupé tôt ou regain
 - petites : Foin coupé au début de l'épiaison
 - nombreuses, de grandes tailles et ouvertes : foin coupé à l'épiaison
 - détruites en partie : foin coupé tard.
- Aspect des tiges : fines, limbes foliaires nombreux et développés.
- Caractère du foin ,
 - vert,
 - odeur franche et agréable,
 - le moins poussiéreux possible,
 - exempt de corps étrangers : brindilles, terre, cailloux
 - non moisi (foin mis en bottes et stocké mouillé ou récolté dans de mauvaises conditions).

L'analyse chimique est plus précise que l'appréciation directe et permet donc d'estimer la valeur nutritive de façon plus exacte. Elle est par ailleurs essentielle pour un calcul précis de la ration. Les teneurs que l'analyse peut procurer sont celles déjà citées .

III.1.2.1.2) Valeur énergétique

Il s'agit de chercher dans les tables (annexe I) le foin ayant les caractères les plus proches de ceux déterminés par l'observation des caractères organoleptiques (foin de prairie de plaine récolté par temps sec au premier cycle, fané au sol), puis de lire les valeurs en cellulose brute et en matières azotées et éventuellement la valeur énergétique correspondante.

Par exemple, dans l'annexe II le foin de la ligne n°65 a une valeur énergétique = 0,52 UFC/kg MS. Parfois ces informations sont incomplètes ou difficiles à collecter, l'analyse fourragère est alors utile.

Remarque : En général, l'utilisateur connaît relativement bien les différentes espèces botaniques, le numéro du cycle, l'âge dans ce cycle et les conditions de récolte, ce qui lui permet de déduire par des tables, les valeurs nutritives concernant les fourrages. Cependant une estimation plus approfondie des données concernant un fourrage, peut nécessiter la connaissance de certaines valeurs.

L'analyse fourragère regroupe les analyses simples réalisées par des laboratoires d'analyses suivant les méthodes officielles de l'AFNor, méthodes d'analyses par ailleurs reconnues par la repression des fraudes et par l'INRA (les méthodes sont développées dans le paragraphe III.1.3) :

- Le taux d'humidité permet d'effectuer de nombreux calculs dont celui du rationnement puisque de nombreuses valeurs recommandées sont exprimées par rapport à la masse de matière sèche (MS). Elle permet aussi d'appréhender la qualité des conditions de stockage ou de récolte.

- La teneur en matières minérales est déterminée par le dosage spécifique de ces éléments. Elle permet de connaître la teneur en matière organique, par soustraction de la matière minérale à la matière sèche, dont l'excès peut révéler la présence de terre dans les fourrages.

- La teneur en matières grasses brutes est estimée par extraction à l'ether diéthylique.

- Le taux de cellulose brute (CB) est un bon indicateur de la valeur énergétique des aliments et de la digestibilité de la matière organique car la cellulose brute représente la quasi totalité des parois cellulaires.

- L'extractif non azoté (ENA) est estimé par différence : $ENA = \text{Matières sèches} - (\text{Matières azotées totales} + \text{Matières grasses} + \text{Minéraux} + \text{Cellulose brute})$. Sa valeur n'a pas de signification nutritionnelle.

Cependant cette simple analyse ne permet de connaître directement la valeur énergétique des fourrages il faut d'abord déterminer la digestibilité de la matière organique (notée DMO) en s'aidant de la teneur en cellulose brute.

En effet pour estimer la DMO du foin par le calcul, il existe des équations utilisant la teneur en cellulose brute présentées dans le tableau XII.

Soit un foin ayant comme caractéristiques une teneur en cellulose brute de 330g / kg MS.

A l'aide de l'équation appropriée, il est possible d'estimer la digestibilité de la matière organique de ce foin. Supposons que les caractéristiques botaniques du foin ne soient pas assez précises, nous choisissons donc la dénomination : ensemble des foins, pour effectuer le calcul de la digestibilité de la matière organique : $DMO = 78.33 - 0.0746 \times 330 = 53.7 \%$.

Tableau XII : Estimation de la digestibilité de la matière organique des foins (DMO en %) en fonction de leur teneur en cellulose brute (CB en g/kg de MS) (23)

Nature Botanique	Equations	R	Syx
- Prairie permanente	DMO = 87,89 - 0,1180 CB	0,711	+/- 4,1
- Prairie temporaire de graminées	DMO = 81,51 - 0,0792 CB	0,422	+/- 6,3
- Légumineuses	DMO = 90,52 - 0,0995 CB	0,666	+/- 3,7
- Ensemble des foins	DMO = 78,33 - 0,0746 CB	0,414	+/- 6,0

R : Coefficient de corrélation de l'intensité de liaison entre la cellulose brute et la digestibilité des matières organiques (la relation est d'autant plus précise que R est proche de 1).

Syx : Erreur statistique sur le calcul de la DMO.

On se reportera ensuite aux tables (annexe II) pour déterminer la valeur énergétique correspondant au foin la DMO la plus proche de celle calculée. La valeur DMO du foin analysé, 53,7%, est intermédiaire entre les valeurs des foins n° 62 et n° 65. Il faut alors faire la moyenne des valeurs énergétiques des deux lignes n° 62 et n° 65 pour connaître l'unité fourragère cheval (soit, $(0.61+0.52) / 2 = 0.57$ UFC / kg de MS).

III.1.2.1.3) Valeur azotée

De la même façon que pour la valeur énergétique, à partir de la seule connaissance des caractéristiques botaniques du fourrage, la teneur en matière azotée peut être lue dans les tables en comparaison avec le fourrage le plus approchant.

Gardons pour exemple le foin dont le profil est proche de celui référencé à la ligne n°65 des tables, sa valeur en matières azotées est de 40 g MADC/kg MS.

Les matières azotées digestibles (MAD) peuvent se déduire des matières azotées totales (MAT), dont la valeur est souvent plus facilement disponible (tableau XIII).

Tableau XIII : Estimation de la teneur en MAD des foins (g / kg de MS) à partir de la teneur en MAT (g / kg de MS) (23)

Foins	Equations	R	Syx
- Prairie permanente et Prairie temporaire de graminées	MAD = - 25,96 + 0,8357 MAT	0,968	+/- 7,1
- Légumineuses	MAD = - 29,95 + 0,8673 MAT	0,933	+/- 9,2
- Ensemble des foins	MAD = - 27,57 + 0,8441 MAT	0,964	+/- 8,6

R : Coefficient de corrélation

Syx : Erreur statistique sur le calcul

La valeur finale MADDC correspond à la valeur MAD multipliée par un facteur de correction variable avec le fourrage (K=0.85 pour les foins).

III.1.2.2) Paille

Pour prévoir la valeur nutritive de la paille, les paramètres pris en compte sont des facteurs agronomiques, la morphologie et la composition chimique (42) comme cela a été souligné dans le chapitre des aliments.

Sont déterminés :

- la teneur en matière sèche au cours de la digestion dans le rumen,
- l'extrait non azoté représentant les sucres rapides, l'amidon et les fibres,
- la teneur en fibres : fibres solubles (gommes et mucilages), l'hémicellulose, la cellulose et la lignine.

III.1.2.3) Ensilages

La qualité des ensilages est importante car le cheval est sensible à la médiocrité de ce produit.

L'analyse de laboratoire, à l'ouverture du silo, doit permettre de déterminer les conditions de conservation.

Un bon ensilage se reconnaît à son aspect vert pâle sans zones noires (pourriture), ni blanches ou rouges (moisissures).

III.1.2.4) Grains

L'appréciation pratique de la valeur nutritive des grains peut se faire par observation directe du grain qui doit être lisse, brillant, non désagréable à l'odeur, sans corps étrangers mélangés, 2% de graines de nielle ou d'ivraie qui sont des graines toxiques et 3% de graines inertes sont seulement tolérées.

La densité peut compléter cette analyse directe. En pratique, elle est utilisée principalement pour l'avoine dont la densité représente le stade de développement de l'avoine. Il est possible autrement de peser l'enveloppe et l'amande séparément, après avoir décortiqué les graines, l'amande doit représenter 70% du poids total, au delà on peut penser que l'avoine est humidifiée et sa qualité s'en voit diminuée.

Certaines altérations doivent impérativement être signalées après leurs détections, telles la présence de certains parasites, charençon, aleucite, teigne, ou certains champignons, charbon et caries qui détruisent l'amidon et peuvent donner une odeur forte de rance ; *Fusarium roseum* infestant le maïs peut être à l'origine de mycotoxicoses.

III.1.2.5) Aliments composés

Il est plus difficile d'estimer les caractéristiques d'un aliment composé, d'autant plus s'il est sous forme de granulés. Ce type d'aliment est parfois pourvu d'un document d'accompagnement qui permet de savoir si le produit répond ou non, aux exigences du cheval à nourrir.

Cependant, il peut être intéressant de pouvoir estimer la valeur nutritive d'un aliment composé et donc de prévoir la valeur énergétique et azotée.

Les informations réglementaires sont mises à profit pour calculer la valeur énergétique dans les aliments composés grâce à des équations proposées par l'INRA en fonction des différentes données analytiques dont on dispose :

L'amidon (AMID), les constituants de la paroi cellulaire, soit la lignocellulose (LC), les parois totales (PT) et la lignine (LI) tout comme la cellulose brute (CB) et les matières azotées totales (MAT) sont exprimés en grammes par kilogramme de matière organique.

Selon la composition de l'aliment, on utilisera les formules mathématiques (1) (2) (3) (4) ou (5) présentées dans le tableau XIV.

Tableau XIV :

Prévision de la valeur UFC de 100 kg de matière organique d'aliments composés (23)

(1) 132,6 - 0,1937 CB - 0,0135 MAT	R = 0,978	Syx = 6,0
(2) 133,3 - 0,1684 LC - 0,0096 MAT	R = 0,979	Syx = 6,0
(3) 117,3 - 0,1605 CB + 0,0051 MAT + 0,0215 AMID	R = 0,988	Syx = 4,3
(4) 118,1 - 0,1397 LC + 0,0082 MAT + 0,0214 AMID	R = 0,979	Syx = 4,0
(5) 121,9 - 0,0852 LC - 0,0287 PT - 0,0857 LI + 0,0034 MAT + 0,0207 AMID	R = 0,994	Syx = 3,1

R : Coefficient de corrélation

Syx : Erreur statistique sur la valeur UFC calculée

On rapporte ensuite cette valeur UFC par masse de matière organique puis par masse de matière sèche (UFC / kg MS = UFC / kg matière organique x Teneur en matière organique de l'aliment).

L'estimation la valeur azotée des aliments composés proposée par l'INRA, utilise aussi des équations :

$$\text{MAD (g / kg de MS)} = - 4,94 + 0,8533 \text{ MAT (g / kg de MS)},$$

$\text{MADC (g / kg de MS)} = \text{MAD (g / kg de MS)} \times K$; où K est un facteur de correction variable avec l'aliment et dont le calcul reste du domaine des laboratoires d'analyse.

III.1.3) Analyse chimique

Les analyses de laboratoires permettent de définir des critères. Ils figurent dans les tables de l'annexe II. L'intérêt de ces analyses réside dans le calcul de la valeur nutritive, en vue du calcul de la ration comme nous venons de le voir dans le chapitre précédent. Ces critères habituels sont :

- la valeur énergétique et la valeur azotée, c'est à dire des teneurs en amidon et en matières azotées totales du contenu cellulaire, plus important dans les aliments concentrés.

La valeur nutritive varie proportionnellement à ces deux grandeurs.

- la cellulose brute, critère d'analyse représentatif de la teneur en paroi, plus élevée dans les aliments grossiers comme nous l'avons déjà vu.

La valeur nutritive varie approximativement, de façon inversement proportionnelle à la valeur de cellulose brute.

III.1.3.1) Humidité

* Principe

La mesure de l'humidité (1) consiste à déterminer la perte à la dessiccation, dans des conditions définies selon le type d'aliment. La perte de masse est déterminée par pesée et il est nécessaire d'effectuer une prédessiccation pour des aliments solides ayant une teneur élevée en humidité.

* Mode opératoire

La prise d'essai doit être de 50 g au moins, elle doit être broyée pour les céréales. Dans un récipient taré, l'échantillon est pesé et placé dans une étuve préchauffée à 103 °C pendant 4 heures puis dans un dessiccateur pendant 30 à 45 minutes, il est ensuite de nouveau pesé. On remarquera que pour les fourrages il est proposé (45) d'effectuer une dessiccation à 103°C à l'étuve pendant 24h. Dans le cas des aliments constitués essentiellement de matières grasses, il faut effectuer une dessiccation complémentaire de 30 minutes à l'étuve et l'écart entre les deux pesées ne doit pas dépasser 0,1 % d'humidité.

III.1.3.2) Cendres brutes

* Principe (1)

L'échantillon est incinéré à 550°C dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanches. Le résidu est ensuite pesé. Cette méthode est la même pour les fourrages, avec une incinération à 550°C pendant 6 heures.

* Mode opératoire

Dans un creuset calciné et taré, l'échantillon est pesé avec le creuset. Le creuset est placé sur une plaque chauffante dont la température s'élève progressivement jusqu'à carbonisation de la matière, puis il est introduit dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanches dépourvues de particules charbonneuses. Le creuset est ensuite laissé à refroidir dans un dessiccateur et pesé.

III.1.3.3) Glucides

III.1.3.3.1) Sucres simples

La méthode permet de doser les sucres réducteurs et les sucres totaux après inversion. Elle est applicable aux aliments composés, avec des modalités particulières pour les autres aliments.

* Principe

Les sucres sont dissous dans l'éthanol dilué, la solution est déféquée par le réactif de Carrez (1). Après élimination de l'éthanol, les dosages sont effectués avant et après inversion, selon la méthode de Luff-Schoorl qui est la méthode officielle actuellement.

* Mode opératoire

L'échantillon, extrait par une solution d'éthanol à 40% (v/v) est traité par le réactif de Carrez (ferrocyanure de potassium à 10% et acétate de zinc à 5%) dans des conditions définies. La solution est filtrée puis concentrée par évaporation et reprise par un volume connu d'eau distillée.

Le pouvoir réducteur des sucres est dosé par un sel cuivrique complexé par l'acide citrique (réactif de Luff-Schoorl) en milieu alcalin (Na_2CO_3) et à température d'ébullition (3 minutes). Le mélange est refroidi. Le dosage de l'excès de cuivre est réalisé en milieu acide (acide sulfurique 6N), par iodométrie, c'est à dire grâce à l'action oxydante du cuivre vis à vis de l'iodure de potassium (30% p/v). L'iode libéré est dosé par une solution de thiosulfate de sodium 0,1N jusqu'à disparition de la coloration jaune pâle de l'iode.

Parallèlement on réalise un blanc et on exprime les résultats, à l'aide des tables de correspondance, en glucose pour cent grammes d'aliments.

Pour doser les sucres totaux, le même dosage que ci-dessus est effectué après hydrolyse en présence de méthylorange à 0,1% (p/v). On ajoute de l'acide chlorhydrique 4N jusqu'au virage net au rouge. Après addition d'une solution d'acide chlorhydrique 0,1N on procède à un chauffage jusqu'à ébullition, puis le mélange est refroidi. Le dosage est effectué comme précédemment et le résultat est exprimé en glucose pour cent ou en saccharose en multipliant par le facteur 0,95.

Le glucose et le saccharose sont plus communément dosés par la méthode enzymatique reposant sur le principe suivant (26) :

Le saccharose est hydrolysé en glucose et fructose, à l'aide de la saccharase. La mutarase permet la conversion de l'éventuel α D glucose en β D glucose. Le β D glucose est oxydé en gluconolactone en présence de NAD^+ et de glucose déshydrogénase, le NAD^+ étant réduit en NADH. Le NADH formé est mesuré photométriquement à 340 nm.

III.1.3.3.2) Amidon

L'amidon, constituant glucidique important dans de nombreux produits est déterminé, après hydrolyse, par polarimétrie.

* Principe (1)

La méthode comprend deux déterminations. Dans la première l'échantillon est hydrolysé à chaud par l'acide chlorhydrique dilué. Après défécation et filtration, on mesure par polarimétrie le pouvoir rotatoire de la solution (comprenant les glucides simples initialement présents et ceux issus de l'hydrolyse de l'amidon).

Dans la seconde, l'échantillon est extrait par l'éthanol à 40% (extraction des glucides simples solubles dans l'éthanol). Après acidification du filtrat par l'acide chlorhydrique, défécation et filtration, on mesure le pouvoir rotatoire dans les mêmes conditions que précédemment.

La différence entre les deux, multipliée par un facteur connu donne la teneur en amidon de l'échantillon.

* Mode opératoire

La prise d'essai, broyée, pesée, mise en solution dans l'acide chlorhydrique (1,128 % p/v) et portée dans un bain d'eau bouillante pendant 15 minutes, puis refroidie et additionnée du réactif de Carrez et filtrée. Le pouvoir rotatoire (P) est déterminé sur la solution limpide. Ensuite, un autre essai est conduit sur le même échantillon. La prise d'essai est préalablement extraite par l'éthanol (40% v/v) et filtrée. Le filtrat est mélangé à 2,1 ml d'une solution d'acide chlorhydrique (25 % p/p) et traité comme précédemment. Puis la mesure du pouvoir rotatoire est effectuée (P').

* Résultat

Le pourcentage d'amidon présent dans l'échantillon est calculé comme suit :

$2000 (P - P') / \alpha_D$ (α_D est le pouvoir rotatoire spécifique du glucose dans l'amidon pur à 20°C, les valeurs conventionnelles admises sont par exemples + 181,3° pour l'amidon d'avoine, et + 184,0° pour les mélanges d'amidons des aliments composés).

L'amidon peut aussi être dosé par la méthode à la pancréatine, dans laquelle les sucres présents dans l'échantillon sont éliminés par extraction à l'éthanol. L'amidon résiduel est hydrolysé par la pancréatine, puis les sucres libérés sont eux-mêmes hydrolysés par l'acide chlorhydrique et le glucose formé est dosé par la méthode de Luff-Schoorl. La teneur en amidon pour cent gramme d'échantillon est donnée par la formule : $0,72 (a - b)$, où a et b sont respectivement les milligrammes de glucose se rapportant à l'échantillon et à l'essai à blanc.

III.1.3.3.3) Cellulose brute

La méthode décrite ci-après (1) est basée sur la méthode de Weende qui est la méthode actuellement officielle pour le dosage de la cellulose brute dans les aliments pour animaux. La cellulose brute est aussi appelée "indice d'insoluble" ou "cellulosique", elle représente la matière organique qui reste insoluble après des traitements acide et alcalin.

* Principe

L'échantillon, éventuellement broyé et dégraissé, est traité par une solution bouillante d'acide sulfurique de concentration déterminée, puis l'insoluble est séparé, lavé puis traité par une solution d'hydroxyde de potassium de concentration déterminée. Le résidu est séparé par filtration, lavé, séché, pesé et calciné à 900°C. La perte de poids résultant de la calcination correspond à la cellulose brute de la prise d'essai.

Remarque :

Pour le dosage des fibres alimentaires la méthode de Weende est la seule actuellement légale. Cette méthode est insatisfaisante car elle évalue médiocrement la nature des fibres alimentaires. Elle dissout une part des glucides pariétaux (dont les substances pectiques, les gommes, les mucilages, des hémicelluloses et de la lignine) qui sont comptés dans l'extrait non azoté (ENA) dont la valeur est ainsi surévaluée. Par ailleurs toute erreur sur l'un des dosages se reporte sur la valeur de l'extrait non azoté. Cet extrait non azoté renferme les glucides intra-cellulaires dont l'amidon, et plus de la moitié des éléments de la paroi. Les travaux concernant les études fourragères estiment que ce dosage ne reflète en rien la valeur nutritionnelle.

D'autres méthodes citées dans la littérature :

- Méthode de Van Soest

L'extraction de l'échantillon par des solutions d'ammoniums quaternaires à pH neutre d'abord puis à pH acide, suivi d'une filtration permet d'isoler de nouvelles fractions :

- NDF (Neutral Detergent Fiber), représente l'ensemble de la cellulose, l'hémicellulose et la lignine des parois, soit les fibres insolubles,
- ADF (Acid Detergent Fiber), représente la lignocellulose. Le traitement de cette fraction permet de distinguer la cellulose vraie de la lignine.
- $NDF - ADF = \text{hémicellulose}$.

Ce classement des fibres (24) est insatisfaisant car il distingue par voie physique des composés mal définis chimiquement. De plus, cette méthode n'a pas de caractère officiel.

- Méthode AOAC

Cette méthode (20) dose les fibres alimentaires totales ("Total Dietary Fibre" ou TDF). En alimentation humaine c'est une référence et elle mériterait sans doute d'être utilisée en alimentation équine, puisqu'elle est applicable, entre autres, aux céréales.

Elle recourt à des hydrolyses enzymatiques sélectives pour éliminer tous les autres constituants alimentaires (amidon, protides) et permet de différencier les fibres solubles et insolubles après précipitation dans l'alcool et filtration.

L'échantillon est tout d'abord délipidé par trois lavages successifs à l'éther de pétrole. L'amidon est gélatinisé à l'aide d' α amylase thermostable pendant quinze minutes à 100°C. On opère ensuite deux digestions enzymatiques la première à l'aide d'une protéase, la seconde à l'aide d'amyloglucosidase. La solution ainsi traitée est filtrée.

- Le résidu (premier résidu) contenant les fibres insolubles est lavé par l'éthanol 95% puis par l'acétone .

- Le filtrat est additionné d'éthanol à 95% préchauffé à 60°C permettant de précipiter les fibres solubles. Il est ensuite filtré et le résidu (second résidu) est lavé par l'éthanol à 78% puis l'éthanol à 95% puis par l'acétone.

Les deux résidus sont séchés 18 heures à 70°C et pesés. On tient compte de la teneur en azote (méthode Kjeldahl) et en sels minéraux des résidus. Pour cela les résidus sont calcinés. les cendres sont ensuite pesées.

Le premier résidu permet le dosage des fibres insolubles et le second celui des fibres solubles.

Certains auteurs (41) mesurent les fibres totales, en additionnant les teneurs de différents constituants, dont la lignine. Le taux de lignine est intéressant à connaître car c'est un agent contribuant à la diminution de la digestibilité chez le cheval. Pour estimer le contenu en lignine, après les premières étapes de traitement enzymatique, citées ci-dessus (méthode AOAC), le résidu est repris par de l'éthanol à 99,5% puis centrifugé, le résidu est lavé par l'éthanol puis par l'acétone et séché. Il est soumis à une hydrolyse à l'acide chlorhydrique concentré puis filtré. Le résidu est séché (16 heures à 105°C) et pesé. On dose les cendres brutes de ce dernier par minéralisation, puis on pèse à nouveau et la perte de poids calculée correspond à la lignine contenue dans l'échantillon.

La prédiction des teneurs en fibres totales dans les grains et les produits céréaliers est possible par spectrophotométrie dans le proche infra-rouge. Ce type de dosage présente l'avantage d'être non destructif et rapide. De plus, une étude (15) précise qu'il donnerait des résultats satisfaisants en comparaison avec la méthode AOAC. Les dosages sont réalisés sur spectrophotomètre comprenant une source (en tungstène), un monochromateur (réseau holographique) et un détecteur (sulfure de plomb) des radiations transmises (longueurs d'ondes 1000 à 2500nm). Cet appareil est utilisé simultanément à un logiciel (ISI) permettant l'analyse des données et il est calibré avec un grand nombre d'échantillons de concentration connue.

III.1.3.4) Protéines

III.1.3.4.1) Méthode de Kjeldahl

Le dosage de l'azote, dans les aliments des animaux est réalisé en vue de calculer la teneur en protéines brutes. La méthode de Kjeldahl (1) reste la méthode officielle.

* Principe

La matière organique est minéralisée par l'acide sulfurique concentré en présence de sulfate de potassium et d'un catalyseur. L'ensemble est chauffé progressivement et porté à ébullition. Il se forme du sulfate d'ammonium. Dans une deuxième étape, l'ammoniac est déplacé de son sel par action d'une solution d'hydroxyde de sodium à 33% (m / v).

La distillation est effectuée et on recueille le distillat (NH_4OH) dans une solution titrée d'acide sulfurique (0,1N ou 0,25N). L'excès d'acide sulfurique est ensuite dosé par une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N ou 0,25N selon la normalité de l'acide sulfurique utilisé, jusqu'au changement de coloration (indicateur de Tashiri).

* Résultat

La teneur en azote total est exprimée en pourcentage de la masse du produit par le calcul suivant :

$$\% \text{ d'azote} = (V_0 - V_1) \times T \times 0,014 \times 100 / m$$

où V_0 et V_1 sont les volumes en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée respectivement pour l'essai à blanc et pour la prise d'essai, T est la normalité de cette solution, m est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

Pour calculer le teneur en protéines brutes du produit, il suffit de multiplier la teneur en azote total par le facteur 6,25, excepté le blé pour lequel le facteur multiplicatif est 5,70.

III.1.3.4.2) Autres dosages

III.1.3.4.2.a) Dosage par CLHP des protéines de l'avoine

La chromatographie liquide haute performance (CLHP) en phase inverse est une méthode très adaptée au dosage des protéines comme le montre une étude (18) portant sur les effets du mouillage sur la composition protéique (le traitement de mouillage de l'avoine a une influence uniquement sur le pourcentage des α et β globulines).

Les protéines sont extraites par les solutions suivantes : chlorure de sodium 1M, éthanol à 52% et dodecylsulfate de sodium à 1% dans un tampon borate à 0,05M.

- Types de colonnes : diverses colonnes peuvent être utilisées : une colonne C₄, une colonne C₁₈ et une colonne C₈

- Phase mobile : acetonitrile et acide trifluoroacétique sont testés à différents pourcentage dans l'eau

- Température 50 à 72°C

- Détection : spectrométrie à 210 nm

Des dosages sur de la farine d'avoine issue d'un processus de fabrication et sur le gruau d'avoine, qui constitue la matière première de cette fabrication, sont effectués avec cinq espèces d'avoine.

La CLHP est une méthode rapide, sensible et facilement automatisable. La reproductibilité de cette méthode est bonne, mais les conditions d'extractions ont une grande influence qualitative et quantitative sur les résultats (l'éthanol à 70% donne des résultats plus constants pour les protéines solubles dans l'alcool).

La polarité est le paramètre essentiel de séparation des éléments, la colonne C₄ est celle qui donne la meilleure séparation.

Des méthodes de séparation basées sur la masse moléculaire ou la charge des éléments à doser, comme l'électrophorèse, sont complémentaires de la CLHP.

Le dosage des globulines, des prolamines (protéines solubles dans l'alcool) et des gluténines permet d'obtenir des résultats cohérents avec ceux obtenus par électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE).

Le dosage des prolamines permet de différencier les espèces d'avoine.

III.1.3.4.2.b.) Dosage par Infra-Rouge de la matière protéique totale des orges

Il existe une technique couramment utilisée pour évaluer les teneurs en eau et en protéines des orges à la réception chez le négociant. Cette méthode par spectrométrie dans le proche infra-rouge (SPIR) est aussi utilisée pour évaluer la qualité brassicole de l'orge. Elle permet de définir la teneur en protéines.

La SPIR est une méthode qui permet un dosage rapide non destructif des constituants majeurs d'une matrice organique, cette technique a été appliquée au blé et aux fourrages.

Une étude (40) donne des résultats comparés en mode réflexion (pour les formes poudres) et en mode transmission, du dosage de l'humidité et de la teneur en protéines (soit la matière protéique totale : $mpt = N \times 6,25$), sur un spectromètre NIRSystem. Le logiciel ISI développé par Infrasioft International a été utilisé pour l'ensemble des calibrations.

III.1.3.5) Matières grasses

* Principe (1)

Les matières grasses sont extraites par l'éther diéthylique à l'aide d'un extracteur de type Soxhlet. Le solvant est éliminé par distillation, le résidu est séché puis pesé.

Cependant les matières grasses de certains aliments (drèches séchées de brasserie et de distillerie, levures séchées, aliments cuits et aliments composés enrichis en graisses) ne peuvent pas être totalement extraites par l'éther diéthylique. Pour ceux-ci, les échantillons à analyser subissent une hydrolyse à chaud par l'acide chlorhydrique, la solution obtenue est refroidie et filtrée, le résidu est lavé et séché puis soumis à l'extraction comme précédemment.

* Résultats

Les matières grasses sont exprimées en pourcentage de la masse et calculées par la formule :

$$\% \text{ MG} = (m_1 - m_2) \times 100 / m_0$$

où m_0 , m_1 , m_2 sont les masses, en grammes, respectivement de la prise d'essai, du ballon (taré) avec l'extrait après distillation et séchage, du ballon taré seul.

III.1.3.6) Eléments minéraux

III.1.3.6.1) Sodium et potassium

La teneur en sodium peut s'effectuer par photométrie de flamme à la longueur d'onde de 589 nm pour le sodium et 768 nm pour le potassium (1).

L'échantillon est incinéré au four à moufle électrique (450°C pendant trois heures), les cendres sont mises en solution dans l'acide chlorhydrique à 10%, cette solution est portée pendant deux heures à 90°C, refroidie et filtrée puis reprise par une solution tampon (solution de chlorure de césium et de

nitrate d'aluminium dans l'eau). La mesure par photométrie de flamme s'effectue en présence de chlorure de césium et de nitrate d'aluminium, ces substances permettent d'éliminer, dans une large mesure, les interférences.

Cette détermination nécessite d'établir une courbe d'étalonnage grâce à des solutions étalons.

Les résultats s'expriment en pour cent de l'échantillon.

III.1.3.6.2) Calcium et magnésium

Le dosage est effectué par spectrométrie d'absorption atomique (1).

L'échantillon est incinéré (550°C dans un four à moufle) et repris en solution dans l'acide chlorhydrique concentré puis évaporé à sec. Le résidu est mis en solution dans l'acide chlorhydrique 6N puis dilué dans l'eau. La solution est portée à ébullition, refroidie et filtrée. L'ajout de chlorure de lanthane permet d'améliorer l'analyse, car il permet d'éviter la formation d'oxydes réfractaires.

Les concentrations sont déterminées par spectrométrie d'absorption atomique à des longueurs d'onde respectivement de 422,7 nm et 285,2 nm pour le calcium et le magnésium.

Cette détermination nécessite d'établir une courbe d'étalonnage grâce à des solutions étalon et un essai à blanc.

La teneur en calcium, par exemple, est exprimée en pourcentage en masse, du produit et calculée de la façon suivante : $\% \text{ Ca} = (X \times F) / (40 \times m)$,

où X est la quantité de calcium ($\mu\text{g/ml}$), déterminée à partir de la courbe d'étalonnage, F est l'inverse du facteur de la dilution effectuée, m la masse en grammes de la prise d'essai.

La méthode de dosage par absorption atomique concernant les oligoéléments fer, cuivre, manganèse et zinc, est aussi décrite par les normes AFNor.

III.1.3.7) Vitamines

Le dosage des vitamines dans les aliments pour chevaux n'est pas de première importance et nous ne présentons que deux dosages applicables au dosage dans les aliments (1).

III.1.3.7.1) Vitamine A

L'échantillon est saponifié à chaud par une solution d'hydroxyde de potassium (50%, p/v) en milieu éthanolique, en présence d'une solution d'ascorbate de sodium (antioxygène).

Après refroidissement, on ajoute de l'éthanol, le mélange est extrait par une solution de 1,2-dichloroéthane. On recueille la phase organique (dichloroéthane) puis on ajoute une solution d'hydroxyde de potassium 1N puis 0,5N. Cette phase est lavée par de l'eau. Une partie aliquote est évaporée à sec. Le résidu est repris par de l'éther de pétrole.

La solution est chromatographiée sur une colonne d'oxyde d'aluminium saturée par de l'éther de pétrole.

L'élution est effectuée à l'aide de mélanges d'éther de pétrole-éther diéthylique (à différents pourcentages, de 4 à 20% v / v). L'élution peut être suivie sous lumière UV, la bande fluorescente du rétinol se sépare nettement du carotène élué en premier lieu et des bandes de xanthophylle qui la suivent. On recueille la fraction de l'éluat contenant le rétinol.

L'éluat est évaporé à sec et repris dans du benzène, puis additionné du réactif de Carr et Price (trichlorure d'antimoine en solution dans le chloroforme), en présence d'anhydride acétique pour permettre le développement d'un complexe bleu. Le dosage du rétinol repose sur la mesure de l'absorbance par spectrométrie à 610 nm comparativement à une courbe d'étalonnage.

Des méthodes plus récentes font appel à la chromatographie liquide haute performance.

III.1.3.7.2) Vitamine B₁

Deux fractions identiques d'échantillon sont traités à chaud par l'acide sulfurique dilué (0,2N), l'une des deux solutions est additionnée de 1 ml de solution étalon de thiamine (solution A), l'autre non (solution B). On ajoute, aux deux essais, une solution d'acétate de sodium (2,5N). Les deux essais sont soumis à une hydrolyse enzymatique (protéase, phosphatase et amylase) dans des conditions bien définies (37°C, pH 7).

La solution A (contenant l'étalon interne) est divisée en deux parties. Une partie est additionnée de métabisulfite de sodium pur et plongée dans un bain d'eau bouillante pendant 15 mn (solution témoin ne contenant plus de thiamine).

Les solutions A et B et la solution témoin sont soumises à une oxydation alcaline par addition d'un mélange oxydant (solution de ferrocyanure) et d'hydroxyde de potassium. Il se forme du thiochrome que l'on extrait par l'isobutanol. Après centrifugation le surnageant (ou phase isobutanolique) de chaque tube est mélangé à de l'éthanol et amené à un volume précis.

Le thiochrome est dosé par la mesure de l'intensité de fluorescence, à 450 nm, des extraits A et B après excitation à 365 nm, tandis que l'extrait témoin permet d'ajuster le zéro de l'appareil.

Résultat

La teneur en μg de thiamine par kg d'échantillon est donnée par la formule : $E_t \times I_b / ((I_a - I_b) \times p)$ dans laquelle : E_t = quantité de thiamine (μg) ajoutée à la prise d'essai (étalon interne) ; I_b = intensité de la fluorescence de l'extrait A (étalon interne) ; I_a = intensité de la fluorescence de l'extrait B (échantillon) ; p = poids de la prise d'essai (g).

III.2 RECHERCHE DES CONTAMINANTS

III.2.1) Recherche de mycotoxines

III.2.1.1) Aflatoxine B₁

La méthode (1) utilise la chromatographie sur couche mince (CCM), le dosage est réalisé par fluorodensitométrie après extraction.

L'extraction de la prise d'essai est faite par du chloroforme, le mélange est filtré et une partie de l'aliquote est prélevée afin d'être purifiée sur une colonne de gel de silice. L'éluat est évaporé, le résidu est dissous dans un volume défini de chloroforme ou d'un mélange benzène-acétonitrile. Cette solution est utilisée pour la chromatographie, qui sera monodimensionnelle pour les tourteaux, farines, céréales et produits céréaliers, mais bidimensionnelle pour les aliments composés afin que les éventuelles substances interférentes n'entravent pas la détermination. La détermination de la teneur en aflatoxine B₁ est réalisée par mesure de l'intensité de fluorescence des tâches à l'aide d'un fluorodensimètre sous irradiation UV (longueur d'onde d'excitation 365 nm, d'émission 443 nm), par comparaison avec des quantités connues d'un étalon d'aflatoxine B₁.

Un test de confirmation consiste à pulvériser de l'acide sulfurique. La fluorescence des tâches doit virer du bleu au jaune. Si ce test est positif, l'identité de l'aflatoxine B₁ est à nouveau confirmée par l'équivalence des R_f de l'essai et de la solution étalon.

La teneur en aflatoxine B₁ (µg / kg) de produit est égale à : $(S \times V) / (m \times Y)$,

où S = masse (µg) de l'aflatoxine B₁ du dépôt de l'extrait, déduite des déterminations, V = volume final de l'extrait (ml), compte tenu des dilutions, m = masse (g) de l'extrait soumis à la purification sur colonne, Y = volume d'extrait déposé (µl).

III.2.1.2) Fumonisine

Les fumonisines B₁ et B₂ sécrétées par *Fusarium moniliforme*, ont une toxicité connue chez le cheval. Le maïs est très souvent contaminé. Certaines études (38 & 13) s'intéressent à la stabilité de ces mycotoxines au cours des traitements de fabrication et révèlent leur résistance à la chaleur, dans des échantillons de produits à base de maïs, volontairement contaminés en quantité définie et traités par la chaleur sèche ou humide. Il faudrait les chauffer pendant 25 minutes à 220°C pour ne plus les détecter. Cependant les méthodes d'extractions en vue de leur dosage dans le maïs, les farines ou encore les flocons de maïs ne semblent pas être fiables.

Dans une première étude (38) les échantillons à analyser sont broyés et extraits pendant 5 minutes par différents solvants : méthanol-eau (3/1, v/v), méthanol-eau-acide chlorhydrique 5N (3/1/0,3, v/v/v) ou encore méthanol-acide borique 0,4M à un pH ajusté à 9,2 avec de l'hydroxyde de sodium 1N (3/1, v/v).

L'extrait est purifié sur une colonne échangeuse d'anions (SAX) avant d'être analysé par chromatographie liquide après dérivation (dérivés 4-fluoro-7-nitrobenzo-2-oxa1,3-diazole = NBD ou naphthalène-2,3-dicarboxaldéhyde-cyanure de potassium = NDA-KCN).

Les phases mobiles utilisées sont : acetonitrile -eau- acide acétique (55/45/1, v/v/v), et acetonitrile-eau (8/2, v/v)

Le rendement d'extraction varie avec les solvants en fonction de la nature de l'échantillon (farine, flocons de maïs ...).

Une autre étude (13) extrait l'échantillon broyé par un mélange méthanol-eau (3/1, v/v), qui est ensuite centrifugé et une partie du surnageant est prélevée et passée sur une colonne échangeuse d'anions (Sep Pak), la cartouche est lavée avec un mélange, méthanol-eau puis par du méthanol et la toxine est éluée par une solution d'acide acétique à 0,5%. L'éluat est évaporé et séché puis redissous dans un mélange méthanol-eau, l'extrait est dérivatisé par de l'o-phthaldialdéhyde et analysé par chromatographie liquide haute performance *isocratique* en phase inverse sur une colonne C₁₈, avec pour phase mobile, un mélange méthanol-phosphate de sodium 0,1M (80/20), ajusté à un pH de 3,3. La teneur en mycotoxine est déterminée par un détecteur de fluorescence.

Cette méthode ne semble pas être standardisée, elle a permis dans cette étude de montrer que les maïs contaminés par *Fusarium moniliforme* et *Aspergillus flavus* contiennent la plupart du temps de la fumonisine.

III.2.1.3) Ochratoxines

Elles sont le plus souvent dosées, après extraction, par CLHP (chromatographie liquide haute performance).

Une étude comparative interlaboratoires (47) confronte les résultats du dosage de l'ochratoxine dans le blé. Il s'agit d'échantillons de blé contaminés avec des quantités connues d'ochratoxine A et dont l'homogénéité et la stabilité sont maîtrisées. Les laboratoires se livrent aux étapes successives d'analyse avec différents moyens :

- Mélanges d'extraction : acétonitrile-eau ; méthanol-carbonate monosodique ; chloroforme-acide phosphorique ; chloroforme-éthanol-acide acétique ; dichlorométhane-acide phosphorique ; toluène-acide chlorhydrique-dichlorure de magnésium etc ...

Il est intéressant de noter que l'extraction se fait le plus souvent en milieu acide par un solvant apolaire, mais qu'il existe aussi un procédé conduit en milieu alcalin.

- Matériel de purification :

- colonne de silice (Sep-Pak) utilisant comme solvant d'élution un mélange toluène-acide acétique, chloroforme-acide acétique ou toluène-acide acétique,
- colonne C₁₈ (Sep-Pak) utilisant comme solvant d'élution un mélange acétonitrile-eau, acétonitrile-eau-acide acétique, acétate d'éthyl-méthanol-acide acétique ou acétate d'éthyl seul,
- colonne d'immunoaffinité utilisant comme solvant d'élution le méthanol ou un mélange méthanol-carbonate monosodique,

- Matériel de séparation par HPLC :

- colonne C₁₈ utilisant comme phase mobile le mélange acétonitrile-acide phosphorique, acétonitrile-eau-acide phosphorique, eau-méthanol-acide acétique ou acétonitrile-eau-acide acétique dans différentes proportions.
- colonne C₈ avec pour phase mobile le mélange méthanol-acide phosphorique.

- La détection est réalisée par mesure de l'intensité de fluorescence à la longueur d'onde de 460 nm après excitation à 330 nm.

Les méthodes d'extraction et de purification ne prêtent pas à de grandes différences. Cette étude montrent que les laboratoires maîtrisent bien les problèmes d'interférence. L'utilisation d'une colonne d'immunoaffinité procure des résultats proches des autres techniques. L'objectif de l'étude est de parvenir à la standardisation de ce type d'analyse.

III.2.2) Recherche de contaminants

III.2.2.1) Théobromine

La théobromine peut être apportée par des sous produits de transformation des fèves de cacao. Suivant les normes AFNor (1) elle est extraite par le chloroforme en présence d'ammoniac. L'extrait est ensuite évaporé à sec et repris dans l'eau puis porté à ébullition. Après refroidissement, la solution est neutralisée par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de rouge de phénol. Le mélange est traité par un volume déterminé de solution de nitrate d'argent (formation de théobromine argentique).

L'acide nitrique libéré est titré par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au virage de l'indicateur.

III.2.2.2) Morphine

De même que les athlètes humains, les chevaux sont soumis à nombreux traitements pour devenir des champions. En plus de l'entraînement, le dopage est parfois utilisé comme recourt pour améliorer les performances.

C'est pourquoi dans tous les sports équestres (dressage, courses, endurance, attelage, concours hippiques, concours complets, voltige et sports collectifs) des contrôles anti-dopages sont régulièrement effectués.

Dans le cas des contrôles positifs des enquêtes doivent être effectuées pour confirmer ou infirmer l'hypothèse du dopage volontaire. En effet, la présence de morphine peut également provenir de l'alimentation (cas de l'oeillette cultivée pour la production de morphine et pouvant contaminer d'autres cultures).

Récemment, une étude (17) a été publiée concernant la recherche de morphine dans l'alimentation de chevaux positifs au contrôle.

Pour cela, toutes les matières premières entrant dans la composition des aliments (luzerne, blé, paille, issues de céréales, maïs, avoine, seigle, orge, tournesol, tourteaux de soja, pois, pulpes de betteraves, mélasse de canne, lin et marc de pomme) ont été contrôlées.

Les méthodes de dosage décrites sont les suivantes :

* Méthode enzymatique

Cette méthode est une adaptation de la méthode de dosage dans les urines, avec des modifications quant au traitement préalable de l'échantillon et à la purification des extraits. L'échantillon est broyé et agité dans un tampon acétate (0,5M ; pH = 3,5) puis centrifugé. Le surnageant ajusté à un pH de 9 est déposé sur une cartouche d'extraction Extrelut et extrait par un mélange chloroforme-isopropanol (4/1, v/v). L'extrait est évaporé à sec, le résidu est repris dans 1 ml de tampon.

Pour les échantillons de sol, une droite d'étalonnage est établie pour les concentrations de 0,1 à 20 10^{-3} mg/kg. Pour les matières premières la prise d'essai est dite positive ou négative par rapport à un témoin négatif (blanc) et à un témoin de 0,020 mg/kg.

Les échantillons positifs sont repris pour confirmation en CPG/SM.

* Méthode chromatographique en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse

L'échantillon est traité identiquement à celui de la première méthode, puis le résidu est repris par 2 ml de tampon phosphate, purifié (sur cartouche Bondelut Certify) et lavé par de l'acide acétique 1 M puis du méthanol. L'élution est réalisée par un mélange dichlorométhane-isopropanol-ammoniaque (80/20/2). L'éluat est évaporé à sec et traité par un mélange acétonitrile-bis silyltrifluoroacétamide (3/7) pour obtenir un dérivé silylé.

La CPG est effectuée avec une programmation de température de 180°C à 300°C, le gaz vecteur est l'hélium et l'étalon interne est l'isoxsuprine. La colonne (DB 5 MS) est longue de 30 m, son diamètre interne est de 0,32 mm. La détection est réalisée grâce à un spectromètre de masse.

Les échantillons positifs (dont les teneurs vont de 0,02 à 5 mg/kg) concernent les pailles, la luzerne, les issues de céréales, le tourteau de soja.

Pour poursuivre l'étude, des prélèvements, réalisés sur des sols où avait poussé ou non de l'oeillette, ont été analysés. Les résultats figurent dans le tableau XV.

Tableau XV : Plan de culture des sols (17)

Récolte	sol 1	sol 2	sol 3	sol 4
1991				oeillette
1992			oeillette	blé
1993		oeillette	blé	betterave
1994	oeillette	blé	orge	escourgeon
Teneur en morphine mg/kg 1994	0,0158	0,0056	0,0037	0,0002

La décroissance des valeurs correspond à la croissance de l'intervalle de temps entre la culture de l'oeillette et la date de l'analyse. Les résultats positifs s'expliquent par le mode de culture des matières premières ou par leur traitement.

- La luzerne a été déshydratée dans les installations où de l'oeillette a été traitée quelques heures avant. Elle contient jusqu'à 30 mg/kg de morphine.
- Les sols où l'oeillette a été cultivée contiennent de la morphine dont la concentration diminue environ de moitié tous les ans.

La culture du blé après l'oeillette semble en lien direct avec la présence de morphine dans la paille .

Une expérience montre que la luzerne poussant en serre après une culture d'oeillette, concentre la morphine des sols.

III.2.3) Recherche d'antibiotiques

En alimentation animale, de nombreux additifs sont utilisés à différentes fins, conservateurs anti-oxydants, conservateurs antimicrobiens, agents colorants, agents émulsifiants, stabilisants et épaississants etc...Les antibiotiques (33) sont les additifs les plus soumis à des contrôles.

III.2.3.1) Recherche de tétracyclines

III.2.3.1.1) Chromatographie sur papier

La méthode AFNor permet de déceler et d'identifier les antibiotiques du groupe des tetracyclines dans les aliments, les concentrats et les prémélanges qui en contiennent au moins 0,1 ppm.

L'échantillon est soumis à l'extraction par un mélange méthanol-d'acide chlorhydrique (98/2). Après centrifugation, le surnageant est analysé par chromatographie sur papier comparativement à des solutions de référence. La détection se fait soit par fluorescence en lumière UV (fortes teneurs en antibiotiques), soit par microbiologie sur milieu gélosé inoculé avec *B.cereus*.

* Méthode chromatographique

Le papier est plongé dans une solution tampon, l'excès de liquide est éliminé en comprimant le papier entre les feuilles de papier filtre sec. La solution de référence et l'extrait sont déposés sur le papier en volumes définis. La chromatographie ascendante se développe avec pour éluant, un mélange nitrométhane - chloroforme - α dichlorhydrine (20/10/1,5) si la détection est microbiologique ou un mélange nitrométhane - chloroforme - α picoline (20/10/3) si la détection se fait par lumière UV.

* Détection

Par détection en lumière UV, on met en évidence des tâches fluorescentes jaunes au delà de 1 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$.

Pour la détection microbiologique, le milieu de culture préalablement inoculé par *B.cereus* est versé sur des plaques de verres sur lesquelles le papier est déposé. Après 5 minutes de contact, le papier est déplacé sur le milieu de culture, l'incubation s'effectue une nuit à 30°C. La présence d'un antibiotique du groupe des tetracyclines se marque par des zones d'inhibition claires dans le milieu de culture trouble.

* Identification

La comparaison des valeurs de Rf avec celles des substances étalons, permet d'identifier les antibiotiques ainsi séparés. Les valeurs de Rf des antibiotiques du groupe des tétracyclines sont données dans les normes. Ces valeurs peuvent varier selon la qualité du papier et sa teneur en humidité.

III.2.3.1.2) Chromatographie sur couche mince (CCM)

Pour l'analyse des tétracyclines dans les aliments pour animaux en présence d'autres substances telles que des nitrofuranes (dont la furazolidone), deux macrolides, trois sulfonamides, deux coccidiostatiques et un facteur de croissance (Olaquinox), une étude (22) envisage la détection par CCM et la quantification par microbiologie.

Les aliments traités sont entre autres, des farines de maïs, de blé et de soja.

* L'extraction est effectuée par un mélange méthanol-acétone (1/1, v/v) qui extrait l'oxytétracycline (OTC) et la chlortétracycline (CTC) et permet de précipiter les protéines.

* La chromatographie sur couche mince s'effectue à l'aide d'une plaque de gel de silice (phase stationnaire). L'essai et les solutions témoins des autres substances sont déposés sur la plaque. La phase mobile utilisée pour le développement est un mélange chloroforme-méthanol (100/10, v/v).

La détection se fait en lumière UV, à la longueur d'onde de 254 nm pour la CTC et de 366 nm pour l'OTC (apparition de tâches fluorescentes jaunes). Cette détection révèle que ces deux substances sont parfaitement séparées de toutes les autres qui apparaissent sous différentes couleurs.

* Pour quantifier ces deux tétracyclines, les spots sont récupérés, extraits par une solution tampon puis centrifugés. Les surnageants obtenus sont déposés dans les alvéoles faites dans un milieu d'agar inoculé avec *Bacillus subtilis* pour l'OTC et *Bacillus cereus* pour la CTC. Après incubation pendant onze heures à 30°C la lecture des diamètres d'inhibition permet de quantifier les antibiotiques en comparaison avec les solutions étalons.

Cette méthode d'analyse s'avère sensible, simple et fiable.

III.2.3.1.3) Chromatographie liquide haute performance (CLHP)

L'identification microbiologique de l'OTC présente le désavantage d'interférer avec la CTC pouvant contaminer un aliment fabriqué sur la même chaîne que l'aliment contenant de l'OTC, car la CTC inhibe aussi *B.cereus*.

Une méthode chromatographique haute performance (10) permet de les séparer.

Après extraction par le mélange acide chlorhydrique-méthanol (1/50), l'extrait est soumis à une chromatographie liquide sur une colonne (Bondapak Corisil) en C₁₈ et le diméthylformamide comme phase mobile. La chromatographie liquide est une technique efficace et fiable pour la séparation des antibiotiques y compris dans le cas de mélange, elle est utilisée pour la séparation d'autres antibiotique et le plus souvent sur ce même type de colonne (37).

Cependant les auteurs ont montré des interférences entre OTC et riboflavine ou furazolidone. Il convient donc d'utiliser des méthodes d'extraction spécifiques.

III.2.3.1.4) Diffusion sur gélose

Cette méthode de dosage de la chlortétracycline (CTC), de l'oxytétracycline (OTC) et de la tétracycline (TC) est une norme AFNor (1)

* Extraction

Pour les teneurs égales ou inférieures à 50 ppm, l'échantillon est soumis à l'extraction par le formamide (70%, v/v, pH ajusté à 4,5 à l'aide d'acide sulfurique 2N). l'extrait est dilué dans un tampon phosphate (pH=5,5). La solution est centrifugée et décantée.

Pour les teneurs supérieures à 50 ppm, on extrait par un mélange acétone pure-eau-acide chlorhydrique (65/33/2) pour le dosage de la CTC et par un mélange de méthanol pur-acide chlorhydrique (98/2) pour le dosage de l'OTC et de la TC.

* Diffusion

Les extraits sont dilués et leur activité antibiotique est déterminée par la mesure de la diffusion des substances dans un milieu gélosé ensemencé avec *B.cereus*. La diffusion s'effectue dans des boîtes inoculées avec des concentrations différentes de la solution étalon et de l'extrait. Dans chaque boîte il faut pouvoir effectuer des cavités pour toutes les concentrations de l'étalon et de l'extrait. Puis les solutions d'antibiotiques sont introduites dans les cavités à l'aide d'une pipette. L'incubation a lieu à 30°C environ pendant 18 heures.

La diffusion est indiquée par la formation de zones d'inhibition. Le diamètre de ces zones est directement proportionnel au logarithme de la concentration de l'antibiotique.

Remarque : Une autre norme AFNor permet de doser selon le même principe la monensine sodique par inhibition de la culture de *Bacillus subtilis*. L'extraction est réalisée par du méthanol à 90%.

III.2.3.2) Recherche d'un mélange d'antibiotique par électrophorèse

Les méthodes pour le dosage des antibiotiques résultent parfois de l'adaptation de procédures prétablies pour d'autres substances. Elles peuvent nécessiter plusieurs étapes pour l'extraction. Parfois elles ne mettent pas en évidence les substances inhibitrices et les interférences, elles ont alors une très faible capacité à détecter et séparer un mélange d'antibiotiques dans un échantillon d'aliment, surtout si l'un des antibiotiques masque la présence des autres par une forte concentration ou un rapport réponse / dose élevé.

Des études (35 & 36) envisagent le dosage de mélange d'antibiotique dans des échantillons d'aliments, sans présupposition sur la présence ou non de plusieurs antibiotiques, dont la bacitracine (peptide), la chlortétracycline et l'oxytétracycline (tétracyclines), la lincocine et la streptomycine (aminoglycoside), la monensine, l'erythromycine et l'oléandromycine (macrolides).

Au cours de ces études plusieurs étapes sont décrites :

* Prélavage

Les échantillons d'aliments sont broyés et lavés par l'isooctane et le diméthylformamide, puis filtrés. L'utilisation de différents solvants assure la différenciation des antibiotiques, ensuite le choix du solvant approprié permet d'éliminer les interférences.

* Extraction

Plusieurs solvants d'extraction sont utilisés, (dont le plus approprié est un mélange méthanol-tampon tris-succinate (25%-75%)). Après agitation et repos, la solution est centrifugée et l'extrait est stocké.

* Séparation

La séparation se fait par méthode électrophorétique sur gel d'agarose. Plusieurs paramètres influençant la mobilité et la précision de la lecture sont pré-déterminés :

- la matrice : gel d'agarose 1 %
- le tampon : tris - succinate à 1%, aux pH 8,
- la température optimale d'électrophorèse : 10°C,
- le voltage : 20 V cm⁻¹.
- la durée de l'électrophorèse : 1,5 heure

* Identification et dosage microbiologique

Le gel d'agarose est ensuite recouvert d'un milieu adéquat inoculé avec un microorganisme déterminé. Sont utilisés *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus stéarothermophilus*, *Micrococcus flavus*, *Micrococcus luteus* et *Saccharomyces cerevisiae*. Le choix du microorganisme permet d'augmenter la sensibilité et l'exactitude de la méthode. La lecture de l'emplacement et de la taille des zones d'inhibitions permet d'identifier et de quantifier les antibiotiques. Des dilutions sont effectuées jusqu'à ce qu'on ne détecte plus cette zone d'inhibition afin de déterminer la limite de détection. Cette méthode a été effectuée sur un témoin parallèlement à chaque échantillon. Chaque antibiotique a été analysé à deux ou trois concentrations et avec plusieurs solvants. La concentration de l'antibiotique est calculée par comparaison de la courbe de réponse standard avec les valeurs de l'échantillon.

Ce type de méthode présente plusieurs avantages. Le prélavage permet de différencier les groupes d'antibiotique et d'éliminer les substances interférentes. L'électrophorèse sur gel d'agarose permet de séparer les antibiotiques. L'utilisation de germes sélectionnés améliore la spécificité de la méthode et permet d'évaluer les limites de détection.

Les résultats de ces études montrent que la méthode est répétable et sensible, elle permet d'obtenir de fortes présomptions d'identité de l'antibiotique.

III.2.4) Recherche de résidus

III.2.4.1) Insecticides

L'identification des insecticides est essentielle. La détection et la quantification permettent de s'assurer que la teneur n'excède pas la limite légale pour les résidus.

Le dosage peut être réalisé par chromatographie gazeuse et détection par spectrométrie de masse, ou par chromatographie liquide haute performance couplée à un détecteur à barrette de diode. Cette méthode est particulièrement développée pour l'analyse de composés volatils. Mais d'autres tests ont été mis en oeuvre pour les résidus de pesticides dans les céréales. Ils reposent sur des réactions immunologiques (39).

Des "anti-corps" sont utilisés en Australie pour rechercher certains insecticides, notamment les organophosphates (fenitrothion, methyl-chlorpyrifos, methyl-pirimiphos), le carbaryl, le méthoprène et les pyrèthroïdes synthétiques (bioresmethrine, perméthrine, phénothrine).

Les réactifs nécessaires au test sont préparés dans des "kits" dont certains sont disponibles dans le commerce.

Des essais ont été réalisés sur des grains de blé et d'orge et les produits qui en dérivent. Le grain est extrait par du méthanol. Des gouttes de l'extrait ou du pesticide standard sont déposées dans des micro-cupules pré-tapissées d'anticorps appropriés. Puis quelques gouttes de solution d'enzyme conjuguée (pesticide-péroxydase) sont introduites. Après un moment d'incubation, les cupules sont lavées à l'eau pour éliminer les composants non liés. Le réactif chromogène est alors introduit. Après le temps de réaction, celle-ci est ensuite stoppée. L'absorbance est mesurée à 450 nm.

Cette méthode permet de quantifier la présence d'insecticide en 5 à 10 minutes. Plus simples que les méthodes chromatographiques, ces tests sont aussi plus sensibles et moins sujets aux problèmes d'interférence car plus spécifiques.

Par ailleurs d'autres composés, tels le malathion, le methacrifos, le diclorvos, le bromophos et l'etrimfos peuvent être détectés par le nouveau test d'inhibition de la cholestérase. Cette méthode utilise aussi des complexes enzymes pesticides.

Les micro-cupules ne sont pas pré-remplies dans ce cas. Le test comporte une étape d'oxydation et de neutralisation, mais le lavage n'est pas indispensable. Cette méthode est très sensible.

Ces méthodes pourraient être appliquées par la suite aux organochlorés aux fongicides et herbicides et à d'autres organophosphates. Leur avantage est notamment leur moindre coût.

III.2.4.2) Métaux

Les métaux lourds et autres métaux font parfois l'objet de recherche en raison de leur toxicité, notamment des les céréales et produits céréaliers et dans les végétaux et produits végétaux. C'est la cas de l'arsenic (As), du cadmium (Cd), du chrome (Cr), du plomb (Pb), du mercure (Hg), du sélénium (Se).

Les méthodes analytiques sont nombreuses pour les éléments cités. Les techniques rencontrées sont l'analyse par activation neutronique (NAA) soit instrumentale (INAA), soit radiochimique (RNAA), la spectrométrie d'émission couplée à plasma induit (ICP-ES), la spectrométrie d'absorption atomique (AAS), la spectrométrie d'émission de plasma en courant continu (DCP-ES), le spectrométrie de masse couplée à plasma induit (ICP-MS) et à l'émission de rayons X à protons induits.

La méthode INAA a l'avantage d'être utilisable avec presque tous les éléments et pour les faibles concentrations. Pour les éléments propices aux interférences, la méthode RNAA lui est préférée.

Par ailleurs la méthode ICP-MS est très rapide pour l'analyse semi-quantitative comme quantitative. Ces méthodes ont fait l'objet d'études comparatives interlaboratoires (4 & 14) en vue de rechercher leur spécificité et leur reproductibilité. Ces études ont permis de standardiser les méthodes en préconisant des normes de standards de calibrage, d'instruments et en décrivant précisément le mode de préparation des échantillons.

IV LEGISLATION

IV LEGISLATION

L'application des textes généraux, permet aux fabricants d'aliments pour chevaux de produire des aliments répondant aux règles légales.

Ils peuvent en cas de non respect de ces textes être poursuivis pour :

- tromperie (exemple, un taux indiqué en protéines brutes supérieur au taux réel ou l'indication de composants non incorporés),
- tromperie sur la qualité substantielle (exemple des tourteaux d'arachides présentant un taux d'aflatoxine dépassant la norme ou comportant des corps étrangers métalliques),
- falsification.

Les dispositions générales exposées dans les textes (6) présentent l'ensemble des règles et événements selon lesquels s'appliquent les lois, en précisant par exemple, les indications obligatoires, les sanctions, les exonérations, la responsabilité du fabricant ou du vendeur en cas d'accident, les opérations interdites. Elles sont régies par le texte de la Directive du 28.11.73, modifié par les directives 15.9.1986 et 31.8.1989.

Les aliments pour chevaux sont très souvent fabriqués par des producteurs d'aliments pour bétail et/ou pour animaux familiers ou par des coopératives agricoles. Les aliments pour chevaux de selle (dont on n'envisage pas la consommation de la viande, ni du lait, ni même l'utilisation des fourrures) ne sont jamais cités en tant que tels et nous essaierons de rapporter essentiellement les textes concernant la catégorie la plus approchante, c'est à dire celle des animaux dits familiers.

En pratique, la législation vise à s'assurer du respect des règles et ceci principalement à l'aide des méthodes d'analyse pour le contrôle officiel des aliments des animaux (publiées au Journal Officiel).

IV.1 DEFINITIONS ET DENOMINATIONS

Les définitions qui suivent ont pour objectif de définir les produits ou substances autorisés pour la vente ou la distribution gratuite, et les caractéristiques auxquelles ils doivent répondre.

Il est précisé que "les produits ou substances commercialisés pour être destinés tels quels ou non à l'alimentation animale ne doivent présenter aucun danger pour la santé animale ni provoquer d'altération nocive du produit animal consommé par l'homme." Les textes qui visent à protéger la santé humaine, au travers de cette législation des aliments pour animaux, ne concernent pas les aliments pour chevaux de selle.

Les aliments des animaux sont définis dans l'article 2 de la Directive du 28.11.73, modifié par la Directive 31.8.1989 et l'article 2, a), de la Directive 15.9.1986.

Ce sont des "produits d'origine végétale ou animale à l'état naturel, frais ou conservés, et les dérivés de leur transformation industrielle, ainsi que les substances organiques ou inorganiques, simples ou en mélange, comprenant ou non des additifs, destinés à l'alimentation animale par voie orale."

Les aliments pour chevaux s'inscrivent dans cette définition. Il faut préciser que les aliments pour chevaux contiennent de plus en plus rarement des produits d'origine animale. Ceci résulte des mentalités visant à protéger un animal qui s'inscrit parmi les animaux de luxe, et aussi du fait que l'alimentation a pour seul objectif de contribuer au bon état physique du cheval. Ils se composent d'aliments simples et d'aliments composés. Lorsque des aliments simples entrent dans la composition d'aliments composés, ils sont alors dénommés ingrédients et doivent respecter la réglementation appropriée aux ingrédients.

IV.1.1) Ingrédients

"Les ingrédients (matières premières) sont les différents produits d'origine végétale ... inorganiques, comprenant ou non des additifs, qui sont destinés à être commercialisés en tant qu'aliments simples ou pour la préparation d'aliments composés ou en tant que support des prémélanges."

C'est donc à cette catégorie qu'appartiennent les grains et les fourrages.

IV.1.2) Aliments simples

Ce sont les "différents produits d'origine végétale ou animale à l'état naturel, frais ou conservés et les dérivés de leur transformation industrielle ainsi que les différentes substances organiques ou inorganiques comprenant ou non des additifs, destinés tels quels à l'alimentation animale par voie orale."

Les aliments simples sont représentés, entre autre, par les céréales, les fourrages, les grains et graines, les tubercules et racines à l'état naturel, les pulpes, les drèches et les issues n'ayant subi aucune addition ni mélange.

En alimentation pour chevaux, les produits frais sont le plus souvent les grains de céréales tels que l'orge et l'avoine, que le propriétaire concasse lui-même avant de les distribuer. Les foin appartiennent à cette même catégorie, ils sont vendus du producteur au consommateur final, n'ont subi aucune transformation et ne sont pas considérés comme des aliments simples. Comme produit végétal ayant subi une transformation industrielle, on peut citer les granulés de luzerne qui sont consommés tels quels.

Cependant les transformations industrielles de produits végétaux sont le plus souvent le concassage, la micronisation, le floconnage ou l'extrusion et ont pour but d'écraser, parfois de chauffer un peu les grains destinés pour la majorité à des mélanges.

IV.1.3) Aliments composés

Ce sont "les mélanges composés de produits d'origine végétale ou animale à l'état naturel, frais ou conservés ou de dérivés de leur transformation industrielle ou de substances organiques ou inorganiques, comprenant ou non des additifs, qui sont destinés à l'alimentation animale par voie orale sous forme d'aliments complets ou complémentaires ; ils peuvent se présenter aussi sous forme liquide."

L'aliment complet assure, à lui seul, par sa composition la ration journalière, tandis que l'aliment complémentaire sera associé à d'autres aliments. On peut citer les aliments complémentaires mélassés (au moins 14% de sucres totaux exprimés en saccharose), la mélasse est un agent qui améliore la texture des aliments, augmente l'appétence, mais qui n'a pas reconquis sa place en alimentation équine suite à une mauvaise utilisation par le passé. Les aliments complémentaires minéraux sont très utilisés pour les chevaux (au moins 40% de cendres brutes exigées).

Aujourd'hui la grande majorité des aliments pour chevaux sont des aliments composés, que ce soit des granulés ou des mélanges floconnés. Il est intéressant de relever que la notion de "besoin" reste relative selon celui qui les évalue et différents types d'alimentation prétendent répondre aux besoins journaliers. Ainsi, par exemple les besoins des chevaux en fibres longues ne sont pas toujours pris en compte. Les granulés et certains floconnés peu riches en ces fibres sont cependant souvent appelés "aliments complets" en France. En Angleterre, au contraire, ces mêmes aliments sont plus communément dénommés "aliments complémentaires" puisque les fourrages sont reconnus comme base de l'alimentation et sont facilement disponibles.

Ainsi les habitudes et les mentalités par région ou par pays peuvent modifier les appellations, les indications réglementaires ne sont pas appliquées exactement de la même façon.

IV.1.4) Aliments d'allaitement

"Les aliments d'allaitement sont des aliments composés administrés à l'état sec, ou après dilution dans une quantité donnée de liquide, destinés à l'alimentation des jeunes animaux en complément ou en remplacement du lait maternel post-colostral..."

Les premiers aliments du poulain sont le plus souvent constitués de l'aliment de la jument poulinière accordés en petite quantité comme aliment d'initiation.

IV.1.5).Produits azotés

Ils font partie d'une catégorie à part et il existe une liste des produits azotés autorisés (6). Un dossier doit être fourni pour les produits azotés obtenus à partir de bactéries ou de levures. Ils doivent :

- posséder une valeur nutritive réelle,
- être inoffensifs pour la santé animale,
- avoir un taux contrôlé d'incorporation aux aliments.

Dans la liste des produits azotés autorisés on trouve notamment "les levures cultivées sur substrat d'origine animale ou végétale", "les algues", "les acides aminés et leurs sels" dont "la lysine" qui peuvent être utilisés dans les aliments pour chevaux.

IV.1.6) Définition et autorisation des additifs

Les additifs bénéficient d'une nouvelle définition qui veut préciser que la notion d'additif prend en compte leur influence sur les matières premières pour les aliments pour animaux, les produits animaux, le bien-être des animaux ou l'environnement (34).

Les minéraux majeurs ne sont pas des additifs, mais les oligo-éléments et les vitamines en font partie.

Les probiotiques et les enzymes pourraient vraisemblablement être intégrés aux additifs autorisés chez toutes les espèces, y compris le cheval.

Autorisation :

Les personnes qui fabriquent en vue de la vente et celles qui font commerce des antibiotiques, facteurs de croissance, coccidiostatiques et autres substances médicamenteuses, ainsi que des prémélanges ou aliments contenant des additifs, adressent au Préfet une déclaration signalant leur activité portant sur ces produits. Cette déclaration indique le nom ou la raison sociale du déclarant, son adresse ou celle de son siège social, ainsi que celle du ou des lieux de fabrication et les produits ou substances dont il s'agit.

Tout aliment pour animaux auquel serait incorporé des additifs autres que ceux autorisés est interdit pour la détention en vue de la vente, la mise en vente, la vente ou la distribution gratuite.

Les additifs des aliments pour chevaux répondent à la législation générale des additifs. La liste des additifs qui peuvent, à l'exclusion de tout autre, être incorporés aux aliments pour animaux, ainsi que les conditions dans lesquelles cette incorporation doit s'effectuer, sont fixées (6).

Ils peuvent appartenir soit à l'annexe I, ils ont alors force de loi dans tous les pays du Marché Commun, donc ceux-ci priment même au niveau de la législation nationale, soit à l'annexe II, et ceux-là ne sont pas nécessairement admis par tous les états membres (43).

Peu d'additifs sont spécifiques des aliments pour chevaux, on peut citer à titre d'exemple :

- la vitamine D2 (n° CEE : E 670) et la vitamine D3 (n° CEE : E 671) dont la teneur maximale pour chacune est de 4 000 UI par kg de l'aliment complet ou de la ration journalière, pour les équidés,
- l'iode, appartenant aux oligoéléments de l'annexe I, (n° CEE : E2), dont la teneur maximale est de 4 mg/kg pour les équidés,
- La teneur totale en cuivre, incorporé ou non lors de la fabrication, doit être mentionnée en mg/kg d'aliment.

Par ailleurs, pour rappel, on peut citer des additifs qui ne sont pas utilisés pour les aliments pour chevaux, mais qui sont nocifs pour ces derniers, comme la Salinomycine (promoteur de croissance pour les porcins), le Monensin-sodium (promoteur de croissance pour le bétail à l'engraissement).

IV.2 ETIQUETAGE

Tout fabricant ou vendeur de produits simples, composés ou mélassés, destinés à l'alimentation des animaux est tenu d'apposer sur les emballages, sacs ou récipients dans lesquels la marchandise est préparée pour la vente, mise en vente, ou expédiée, quelle que soit la quantité, une étiquette portant les indications obligatoires prévues (30).

Pour tous les produits précités cette étiquette, qui doit être retenue dans le système de fermeture de l'emballage, doit porter le nom ou la raison sociale du fabricant, ou le nom ou la raison sociale du vendeur, suivie d'une immatriculation conventionnelle du fabricant. Elle peut porter facultativement une marque syndicale de garantie et le mode d'emploi du produit à l'exclusion de toutes autres indications.

Par ailleurs, il est précisé qu'il est interdit d'utiliser des indications ou des inscriptions ou des signes quelconques susceptibles de créer une confusion dans l'esprit de l'acheteur, sur les caractéristiques des produits, leurs propriétés, l'usage auquel ils sont destinés et leurs conformités aux prescriptions réglementaires en vigueur. De même il est interdit de suggérer que des aliments possèdent en propre des caractéristiques qui sont en réalité communes à tous les aliments similaires.

Remarque : La durabilité correspond à la durée pendant laquelle l'aliment conserve ses propriétés spécifiques dans les conditions de conservation appropriées.

La durée de conservation est maintenant relativement restreinte (4 mois), en raison des teneurs en vitamines par exemple. L'alimentation du cheval se transforme, il y a peu de temps encore, les aliments chevaux étaient livrés pour une durée de 6 à 8 mois.

IV.2.1) Ingrédients (matières premières)

Les mentions spécifiques concernent seulement les matières premières pour lesquelles les teneurs en substances ou produits indésirables sont supérieures à celles fixées pour les aliments simples. Ces matières premières doivent alors porter en langue française sur tous les documents commerciaux, "Matière première destinée aux fabricants professionnels d'aliments pour animaux uniquement pour la fabrication d'aliments composés. A ne pas utiliser pour l'alimentation directe des animaux" et donner la teneur en substance ou produit indésirable.

A titre d'exemple, le maïs, rarement utilisé seul en France comme il peut l'être au Etats Unis, peut contenir comme substances indésirables, des aflatoxines B1. La teneur maximale est de 0,02 mg/kg d'aliment ramené à un taux de 12% d'humidité, pour les aliments simples, de 0,01 mg/kg pour les aliments complets et de 0,2 mg/kg pour les matières premières. Toutefois, ces dernières doivent porter les indications précitées à partir de 0,02 mg/kg de produit.

IV.2.2) Aliments simples

IV.2.2.1) Mentions obligatoires

Les indications doivent figurer sur les préemballages, les récipients, sur une étiquette fixée à ceux-ci ou sur un document d'accompagnement pour les vrac. Dans ce dernier cas, le document portant les informations doit porter le même signe que les préemballages, récipients ou étiquette afin d'identifier sans problème le produit. Toutes les indications doivent être rédigées en français.

- "aliment simple"

- la dénomination, exemple : son de blé, son de seigle (sous -produits de meunerie), flocons d'orge, flocons de maïs (produits et sous-produits de la fabrication de flocons), mélasse de betteraves sucrières (produits et sous-produits de la fabrication du sucre) ...,

- les indications spécifiées correspondant à la dénomination prévue,

- les teneurs par poids d'aliment brut, en constituants analytiques énumérés (annexe VIII), par exemple la cellulose brute pour les sons de blé et de seigle, les flocons d'orge et de maïs,

- le nom ou la raison sociale et l'adresse ou le siège social du responsable des indications d'étiquetage (producteur, conditionneur, importateur, vendeur ou distributeur),

- le poids net des produits solides, le volume ou le poids net des produits liquides, le poids net ou le nombre d'unité des produits commercialisés à la pièce,

- tout traitement qui n'apparaît pas dans la dénomination doit être précisé ("aggloméré", "aplati", "concassé", "broyé", "humidifié" etc...).

Les aliments simples sont parfois utilisés dans les aliments pour chevaux pour dénaturer ou lier d'autres aliments simples. Ils portent respectivement les indications :

- dénaturant, avec la nature et les quantités à utiliser,
 - liant, avec la nature des produits employés (ils ne doivent pas dépasser 3% du poids total).
- NB : Certaines dispositions ne s'adressent pas aux céréales, aux fourrages, aux grains et graines, aux tubercules et racines ... etc. Elles sont listées dans l'article 41-41 (ext. art.4, L. 3.2.1940).

IV.2.2.2) Mentions facultatives

Elles doivent également figurer sur le préemballage, le récipient, l'étiquette ou le document d'accompagnement :

- la marque d'identification ou la marque commerciale,
- le mode d'emploi,
- la date limite de conservation du produit,
- le pays de production ou de fabrication,
- le numéro de lot,
- le prix du produit,
- les indications relatives à des critères de qualité,
- l'ensemble ou certaines des teneurs en constituants analytiques énumérés, par exemple les cendres brutes et l'humidité pour les sons de blé et de seigle, l'amidon et l'humidité pour les flocons d'orge et de maïs.

Si d'autres informations sont apportées, elles doivent être nettement séparées des mentions précitées et ne pas les contredire, ni les modifier.

IV.2.2.3) Exemple

Le tableau XVI présente les mentions d'étiquetage concernant un produit alimentaire.

Tableau XVI : Produits et sous-produits du traitement des substances végétales (6)

II 2. Produits et sous-produits de la fabrication de flocons, de gruaux et de grains décortiqués			
Numéro et Dénomination	Caractéristiques	Mentions d'étiquetage	
		Obligatoires	Facultatives
II 2.2. Flocons d'orge	Produit obtenu par l'aplatissage de l'orge, <i>Hordeum vulgare</i> L., décortiquée traitée à la vapeur	Cellulose brute	Amidon Humidité

IV.2.3) Aliments composés

Les indications doivent figurer sur la surface extérieure des préemballages ou des récipients ou sur une étiquette fixée et dans un cadre prévu à cet effet, en français, de façon lisible et indélébile.

Lors de la commercialisation des aliments composés, les mentions d'étiquetage doivent figurer sur un document d'accompagnement qui peut être constitué par le bon de livraison. Cependant pour de petites quantités destinées à l'utilisateur final, il suffit que ces indications soient accessibles sur le lieu de vente.

L'annexe IX présente un exemple de la présentation d'une étiquette.

Le cadre de l'étiquette contient exclusivement les mentions obligatoires et facultatives déterminées par la législation.

Les règles d'étiquetage pour les aliments composés sont régies et harmonisées à l'échelon européen par la directive 90/44/CEE du 22-01-90.

IV.2.3.1) Mentions obligatoires

- La dénomination : aliment complet, aliment complémentaire, aliment minéral, aliment mélassé, aliment complet ou complémentaire d'allaitement et aliment complémentaire liquide.

- Les espèces ou catégories d'animaux auxquels est destiné le produit (poulains, juments gestantes, cheval de compétition...).

- Le mode d'emploi.

- La liste des ingrédients :

Les ingrédients sont indiqués dans l'ordre décroissant de leur importance pondérale, par leur nom spécifique ou par la catégorie à laquelle ils appartiennent. Le choix d'une indication excluant l'autre sauf lorsqu'un ingrédient n'appartient à aucune catégorie définie, il est alors désigné par son nom spécifique et cité toujours en fonction de son importance pondérale. Les catégories définies pour animaux familiers sont listées, entre autres parmi ceux qui peuvent concerner l'alimentation cheval : "huiles et graisses", "levures", "céréales", "légumes", "sous-produits d'origine végétale", "substances minérales", "sucres", "fruits", "graines", "algues".

- Les constituants analytiques spécifiés, du produit et de leurs teneurs selon les dispositions prévues (annexe X).

Par exemple, l'humidité est à déclarer quand elle dépasse 14% dans les aliments composés, les protéines et les matières grasses brutes sont à déclarer dans les aliments complets et dans les aliments complémentaires, pour ces derniers il faut ajouter la cellulose brute et les cendres brutes.

- Le nom ou la raison sociale et l'adresse ou le siège social du responsable des indications d'étiquetage, si ce n'est pas le fabricant, il faut le numéro d'enregistrement de sa déclaration.

- Le poids net des produits solides, le poids net ou le volume net des produits liquides.

- La date de durabilité minimale, indiquée par "A utiliser avant..." pour les produits microbiologiquement très périssables, par "A utiliser de préférence avant..." pour les autres cas.
- Le numéro de lot si la date de fabrication n'est pas indiquée.

IV.2.3.2) Mentions facultatives

Les dispositions prévues pour les aliments simples (cf. paragraphe IV.2.2.2) s'appliquent également aux aliments composés.

Toutefois, il faut ajouter les mentions suivantes :

- La dénomination ou la marque commerciale du produit,
- Les indications concernant l'état physique du produit ou le traitement qu'il a subi,
- La date de fabrication,

Tout autre information doit être nettement séparée des mentions précitées et ne doit pas déclarer d'autres constituants analytiques.

Il faut aussi noter qu'il existe une liste des ingrédients interdits précisés par des décrets CEE (6).

IV.2.4) Produits azotés

La liste des produits azotés est spécifiée sous forme d'un tableau (6) et une colonne est réservée aux déclarations à porter sur l'étiquette ou l'emballage du produit.

IV.2.5) Additifs

Les emballages, récipients ou étiquettes des aliments composés, ou les documents d'accompagnement dans le cas des vracs, portent très précisément les indications nécessaires et suffisantes mentionnées ci-après et toute autre information doit être clairement séparée des précédentes sans les modifier ni les contredire.

Les additifs autorisés, à l'exclusion des antibiotiques quels qu'ils soient, doivent être mentionnés avec leur teneur maximale d'incorporation.

IV.2.5.1) Mentions obligatoires

Les emballages et récipients contenant les additifs dont la liste est fixée (ainsi que les prémélanges auxquels ils peuvent être incorporés), doivent porter en langue française, en caractères lisibles et indélébiles les indications suivantes :

- le nom spécifique de l'additif,

- le poids net, ou, pour les produits liquides, le poids net ou le volume net,
- le terme "réservé exclusivement à la fabrication des aliments pour animaux",
- le nom et l'adresse du responsable des indications d'étiquetage,
- les indications prescrites pour certains additifs énumérés (6),
- la durée de garantie de la teneur (la date de péremption du produit est celle de l'additif qui vient le premier à échéance).

Dans le cas des prémélanges, les indications à porter sont les mêmes, il faut remplacer le nom de l'additif par "prémélange", désigner les espèces animales concernées et donner un mode d'emploi.

IV.2.5.2) Mentions facultatives

Elles peuvent donc compléter les mentions obligatoires :

- la dénomination ou la marque commerciale de l'additif et éventuellement son numéro de CEE,
- le mode d'emploi et une recommandation concernant la sécurité d'emploi quand ils ne sont pas exigés.

Il est interdit de faire mention de quelque façon et de quelque ce soit qui crée une confusion dans l'esprit de l'acheteur sur les caractéristiques du produit, ses propriétés ou son usage.

IV.3 CONDITIONS DE COMMERCIALISATION

IV.3.1) Substances et produits indésirables

Les matières premières, les aliments simples, les aliments complets et complémentaires sont impropres à la vente lorsque les teneurs en substances et produits indésirables sont supérieures aux maxima fixés (6).

Le respect des teneurs en substances indésirables dans les matières premières destinées aux fabricants d'aliments composés, doit permettre le respect des limites prévues dans le produit fini.

Concernant les aliments complémentaires, sans disposition particulière, les teneurs doivent respecter les limites fixées après que l'aliment ait été dissous ou mélangé.

La liste des substances indésirables présente les noms des dites substances avec leur teneur maximale en regard des aliments concernés. On peut citer l'arsenic, le plomb, le fluor... mais aussi l'aflatoxine B₁, la théobromine (qui positive les tests de dopage), l'ergot de seigle concernant tous les céréales non moulues.

IV.3.2) Aliments simples

Les aliments simples peuvent être vendus en vrac, à l'exception de ceux pour lesquels l'obligation de vente en préemballage ou récipient fermé est mentionnée (6). Dans certains cas un système de fermeture non réutilisable après ouverture est nécessaire.

Par ailleurs, peuvent être commercialisés comme aliments simples, sous leur dénomination usuelle, les céréales, fourrages, grains, graines, racines et tubercules, à l'état naturel, sans préparation d'aucune sorte.

IV.3.3) Aliments composés

Les aliments composés ne peuvent être vendus que s'ils sont contenus dans des préemballages ou dans des récipients tels que la fermeture ne soit pas réutilisable après ouverture. Ils peuvent être commercialisés en vrac, à condition que soient assurées leur identification et la conservation de leurs qualités.

Les situations permettant de vendre des aliments composés en vrac sont les suivantes :

- livraison entre producteurs d'aliments composés,
- livraison du producteur d'aliments composés à une entreprise de conditionnement,
- petites quantités (inférieures à 50kg) destinées à l'utilisateur final dans la mesure où elles proviennent d'un préemballage ou d'un récipient,
- livraison directe du producteur à l'utilisateur final.

Il peut s'agir des :

- aliments agglomérés se présentant sous forme de pellets.
- aliments composés obtenus par le mélange de graines et de fruits entiers,
- blocs et pierres à lécher,

Par ailleurs, les professionnels important habituellement des produits entrant dans la composition d'aliments composés et pour lesquels la teneur en éléments nuisibles doit être contrôlée, déclarent leur activité au préfet (25). Ils indiquent le nom ou la raison sociale de l'entreprise, l'adresse de son siège et les catégories de substances et produits dont il s'agit.

IV.3.4) Additifs

Les additifs ne sont utilisables en nutrition animale qu'une fois incorporés aux aliments pour animaux, lorsque les animaux sont élevés en vue de leur vente ou de la vente de leurs produits.

Les aliments complémentaires ne doivent pas contenir des teneurs en additifs autorisés telles que, après dilution ou mélange opéré pour leur utilisation, les dites teneurs soient supérieures à celles fixées pour les aliments complets.

Ils doivent porter les caractéristiques de composition garantissant qu'il est impossible de dépasser les teneurs en additifs pour les aliments complets ou d'utiliser l'aliment pour une autre espèce.

Les additifs et prémélanges sont entreposés sous clé, dans des endroits spécialement affectés à leur conservation et de façon à être facilement identifiés.

Ils ne peuvent être commercialisés que dans des emballages ou récipients scellés dont le dispositif de fermeture n'est pas réutilisable après ouverture.

IV.4 REGLEMENTATION RELATIVE AUX CONTROLES

Les méthodes d'analyse pour le contrôle officiel des aliments des animaux ont été publiées aux J.O. du 19.9.1983, du 4.9.1985 et du 21.12.1986 5A.19.9.1983 modifié par A.21.8.1985 ; A.12.11.1986).

Les fabricants ou importateurs commercialisant ou mettant en oeuvre les matières premières pour lesquelles une teneur maximale en substance indésirable est à respecter (6), doivent présenter à la requête de contrôle, tous les documents relatifs à la vérification des produits, dont les résultats d'analyse et le récépissé de déclaration prévu.

IV.4.1) Aliments simples

Les teneurs déclarées peuvent être vérifiées par les contrôles officiels, et il existe des intervalles de tolérance (6) entre les résultats et les teneurs déclarées.

Ces tolérances concernent les produits contrôlés suivants :

Protéine brute, sucres totaux, sucres réducteurs, saccharose, lactose et glucose, amidon et insuline, matières grasses brutes, cellulose brute, humidité, cendres brutes, phosphore total, sodium, carbonate de calcium, calcium, magnésium, indice d'acide, substances insolubles dans l'éther de pétrole, cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique, chlorures exprimés en NaCl, carotènes, vitamine A et xantophylles, méthionine, lysine et bases azotées volatiles.

Pour les aliments simples et les ingrédients (29), les impuretés botaniques doivent être inférieures à 5%. Sont dites impuretés botaniques, les impuretés naturelles inoffensives telles que la paille et les débris de paille, les graines d'autres espèces ou de mauvaise herbe (cas de la datura) et les résidus inoffensifs d'autres graines ou fruits oléagineux provenant du précédent processus de fabrication dont la teneur doit être inférieure à 0,5%.

IV.4.2) Aliments composés

Il existe aussi des tolérances pour les résultats de contrôles déclarés et ceux des contrôles officiels (46). Deux listes sont données pour ces tolérances l'une pour le cas général et l'autre concernant les animaux familiers auxquels les chevaux de selle peuvent tout à fait appartenir. Les tolérances de cette seconde liste concernent : protéines brutes, matières grasses brutes, humidité, cendres brutes et cellulose brute.

Il existe des méthodes officielles de contrôle, mais à défaut ce sont les méthodes d'analyse scientifiquement agréées qui sont utilisées, comme pour certains éléments minéraux et vitaminiques tels que le fer, le manganèse, le zinc, les vitamines B1, K3 et C.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'alimentation du cheval consiste simplement en pratique, à distribuer la ration. Ce moment est idéal pour déceler chez le cheval, un problème éventuel, au vu de son comportement, tel un manque de gaïté ou d'appétit ou une nervosité particulière. Cet instant privilégié pour observer sa monture et s'assurer de son bon état, n'est peut-être pas toujours mis à profit.

Comme nous l'avons souligné tout au long de ce travail, le système digestif du cheval est fragile et la connaissance de sa physiologie permet de prévenir des complications graves en cas de dysfonctionnement.

C'est pourquoi nous avons insisté sur l'évaluation des besoins du cheval, quand cela est possible. Il est fondamental de respecter l'équilibre entre l'apport d'énergie et celui de fibres.

Comparativement aux recommandations que nous avons énoncées, on constate que les rations sont habituellement trop pourvues en protéines et insuffisamment en fibres.

A l'heure actuelle, la portion concentrée de l'alimentation est celle qui retient le plus l'attention des utilisateurs. D'ailleurs nous constatons actuellement sur le marché une gamme de plus en plus variée d'aliments concentrés.

L'orge et l'avoine aplaties sont encore beaucoup utilisées par certains particuliers et dans le monde des courses. Ces aliments sont utilisés pour fournir des rations relativement énergétiques. L'avoine, en excès, expose à des risques de brûlures intestinales et nécessite donc une attention particulière. La qualité de ces aliments peut être estimée, mais aucun dosage ne donne précisément leur composition.

Sur ce point, les contrôles effectués sur les matières premières des aliments fabriqués sont un des avantages de ces produits.

Les granulés, dont la présentation facilite l'emploi, sont très utilisés dans les établissements hébergeant beaucoup de chevaux. Rappelons que ce type d'aliment, en raison de sa forme et parfois de sa richesse énergétique doit être employé avec précaution. La qualité des granulés semble s'être améliorée ces dernières années et leurs prix très compétitifs expliquent qu'ils soient probablement les plus répandus.

Les aliments floconnés et autres mélanges composés, tentent depuis quelques années d'investir le marché. L'avantage de ces derniers tient à leur présentation qui permet de connaître leur composition et d'apprécier leur qualité plus aisément. Ils sont le résultat de la volonté des fabricants de prouver leur savoir-faire en fabrication d'aliments pour chevaux et d'explorer correctement ce marché, dit porteur. En effet le nombre de chevaux de selle augmente actuellement.

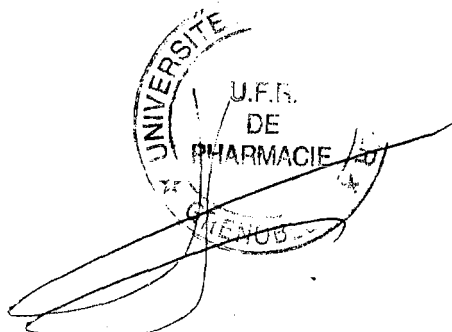
Aujourd'hui le cheval est un animal de sport et de loisir. Ce profil explique en partie le développement de la publicité et du marketing concernant l'aliment du cheval. Ce produit bénéficie de l'avancement des techniques de fabrication, de conditionnement et des garanties de qualité.

Les fabricants d'aliments pour chevaux désirent optimiser la qualité de leurs produits, de façon fiable. Certains se sont déjà engagés à répondre aux exigences des normes de certification (ISO 9000 par exemple). Les aliments sont donc soumis à des analyses et des contrôles rigoureux par le laboratoire de l'entreprise ou parfois par un laboratoire indépendant certifié pour des analyses spécifiques. L'utilisation d'aliments fabriqués doit permettre de garantir la qualité des produits administrés.

Néanmoins, si la qualité intrinsèque de ces produits est souvent satisfaisante leur capacité à répondre aux besoins du cheval reste encore hypothétique, puisque ces besoins ne sont pas tous connus avec certitude.

Comme nous l'avons mentionné à plusieurs reprises, la recherche en alimentation équine est encore limitée et envisagée sporadiquement lors d'expérimentations, faites le plus souvent par des entreprises privées. Il serait donc, sans doute profitable, d'acquérir simultanément de plus amples connaissances en termes de besoins et d'apports alimentaires (concernant notamment les protéines, les lipides et les fibres, certains minéraux et vitamines).

Ce serait le moyen pour les fabricants d'aliments pour chevaux d'établir une composition dont les taux en chacun des éléments seraient plus précisément justifiés et d'augmenter la confiance, encore limitée, des utilisateurs.



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- (1) AFNor, Association Française de Normalisation; Collection de normes françaises et de méthodes communautaires;
Paris, 1981.
- (2) BEN-GHEDALIA (D.), KAPALA (A.) & MIRON (J.); Composition and in-vitro Digestibility of Carbohydrates of Wheat Plants Harvested at bloom and soft-Dough Stages;
J. sci. food Agric.; 1995, **68**, n°1, 11-116.
- (3) BURLACU (GH.), VOICU (D.), VOICU (I.), NICOLAE (M.), PETRACHE (E.), GEORGESCU (GH.), BALAN (S.); Study of the energy and protein metabolism in horses;
Arch. Anim. Nutr., 1993, **45**, n°2, 173-185.
- (4) CORTES TORO (E.), DAS (H.A.), FARDY (J.J.), BIN HAMZAH (Z.), IYER (R.K.), SUN (L.), LEELHAPHUNT (N.), MURAMATSU (Y.), PARR (R.M.), QURESHI (I.H.), RESNIZKY (S.M.), SURTIPANTI (S.), TARAFDAR (S.A.) & VASCONCELLOS (M.B.A.); Toxic heavy metals and other trace elements in foodstuffs from 12 different countries;
Biol. Trace Elem. Res., 1994, **43-45**, 415-422.
- (5) CUDDEFORD (D.); Artificially dehydrated lucerne for horses;
Vet. Rec., 1994, **135** n°18, 426-429.
- (6) DEHOVE (R.A.), Aliments pour animaux;
Lamy, Dehove, Paris, France 1991, 1-67 (Chapître 41).
- (7) DESTRIER (documents internes); UCAAB, Poitier, 1997.
- (8) Fortieth Meeting of the joint FAO/WHO Expert committee on Food Additives; Résidues of some veterany drugs in animals and foods;
FAO, Food & Nutrition Paper, Geneva, 1992, **41/5**, 87-90 et 105-108.
- (9) GRAHAM (P.H.), OTT (E.A.), BRENDemuHL (J.H.) & TENBROECK (S.H.); The Effect of Supplemental Lysine and Threonine on Growth and development of Yearling Horses;
J. Anim. Sci., 1994, **72**, n°2, 380-386.

- (10) HASSELBERGER (M.L.); Assay of Oxytetracycline in Animal Feed by Liquid Chromatography and Microbiological Plate Assay;
J. A.O.A.C. Int., 1993, **76**, n°1, 39-43.
- (11) HINTZ (H.F.); Nutrition and Performance;
J. Nutr., 1994, **124**, n°12 Suppl., 2723S-2729S.
- (12) HINTZ (H.F.) & CYMBALUK (N.F.); Nutrition of the Horse;
Annu. Rev. Nutr., 1994, **14**, 243-267.
- (13) HIROOKA (E.Y.), YAMAGUCHI (M.M.), AOYAMA (S.), SUGIURA (Y.), UENO (Y.);
The natural occurrence of fumonins in Brazilian corn kernels;
Food addit. and contam., 1996, **13**, n°2, 173-183.
- (14) IHNAT (M.); Development of a new series of agricultural / Food reference materials for analytical quality control of elemental determinations;
J. A.O.A.C. Int., 1994, **77**, n°6, 1605-1627.
- (15) KAYS (S.E.), WINDHAM (W.R.) & BARTON (F.E.); Prediction of Total Dietary Fiber in Cereal Products Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy;
J. Agric. Food Chem., 1996, **44**, n°8, 2266-2271.
- (16) KELLER (T.), NONN (H.) & JEROCH (H.); Comparative studies on the efficiency of various biological silage additives for ensiling of lucerne;
Arch. Anim. Nutr., 1994, **47**, n°1, 75-87.
- (17) LAIRIE (C.), DESPLANQUES (D.), BERTHOZ (Y.), AUGUIN (Y.), RUES (R.) & BELLHADE (L.); Contamination par la morphine de matières premières destinées à l'alimentation pour animale;
Ann. Fals. Exp. chim.; 1995, **88**, n°932, 213-217.
- (18) LAPVETELÄINEN (A.), BIETZ (J.A.) & HUEBNER (F.A.); Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography of oat proteins : Application to cultivar Comparison and Analysis of the Effect of Wet Processing;
Cereal Chemistry, 1995, **72**, n°3, 259-264.

- (19) LICHON (M.J.) & JAMES (K.W.); Determination of dietary fiber and carbohydrate composition of foods by modified version of Englyst method;
J. A.O.A.C. Int., 1996, **79**, n°1, 54-61.
- (20) LOHMANN (F.), PASTOR (R.F.) & HASSELMANN (C.); Le dosage des fibres alimentaires totales dans les aliments diététiques;
Ann. Fals. Chim., 1991, **84**, n°894, 11-19.
- (21) MANZANO (A.), WANDERLEY (R.D.C.), ESTEVES (S.N.); Soybean Oil and Animal Fat in Equine Feeding;
Rev. Soc. Bras. Zootec., 1995, **24**, n°5, 788-799.
- (22) MARKAKIS (P.K.); Determination of Tetracyclines in Animal Feeds in the Presence of Other Drugs by Thin-Layer Chromatography and Microbiological Method;
J. A.O.A.C. Int., 1996, **79**, n°2, 375-379.
- (23) MARTIN-ROSSET (W.); L'alimentation des chevaux;
INRA, PARIS, 1990, 27-63 et 117-215.
- (24) MONGEAU (R.) & BRASSARD (R.); Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber : Collaborative Study of a Rapid Gravimetric Method;
Cereal Foods World, 1990, **35**, n°3, 319-324.
- (25) MONTOYA (V.), PROVOST (M.); Droit et devoirs des utilisateurs;
R. A. A., 1997, **505**, 61-63.
- (26) MULLER (H.) & SIEPE (V.); Deutsche Lebensmittelrundschau; 1980, **76**, 156.
- (27) OTT (E.A.), ASQUITH (R.L.); Trace Mineral Supplementation of Yearling Horses;
J. Anim. Sci., 1995, **73**, n°2, 466-471.
- (28) PIVA (G.) & PIVA (A.); Anti-Nutritional Factors of Datura in Feedstuffs;
Natural Toxins, 1995, **3**, n°4, 238-241.
- (29) PROVOST (M.); Matières premières et aliments sous surveillance;
R. A. A., 1997, **504**, 65-66.

(30) PROVOST (M.); L'étiquetage devenu obligatoire;
R. A. A., 1997, **504**, 14-15.

(31) Quarante troisième rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires;
Evaluation des résidus de certains médicaments vétérinaires dans les aliments;
Séries de Rapports techniques, OMS, 1995, **855**, 1-59.

(32) RIA. La luzerne pour de nouvelles protéines fonctionnelles;
R.I.A., 1995, **537**, 46-47.

(33) ROUDEBUSH (P.); Pet food additives;
J. Am. Vet. Med. Assoc., 1993, **203**, n°12, 1667-1670.

(34) RUMENCO (Documents internes) :

- Cultures des levures
- Réglementation et Nutrition animale (Senia)
- Info-Développement (Senia)
- Guide pour l'étiquetage des prémélanges (Afca Cial)
- Etude Percepta

(35) SALVATORE (M.J.), FEYGIN (I.), KATZ (S.E.); Agarose gel electrophoresis system for
the separation of antibiotics used in animal agriculture;
Analyst., 1993, **118**, n°3, 281-287.

(36) SALVATORE (M.J.), KATZ (S.E.); Unified procedure for the determination of antibiotic in
animal feeds;
J. A.O.A.C. Int., 1993, **76**, n°3, 514-525.

(37) SAPP (R.E.), DAVIDSON (S.); Determination of Roxarsone in feeds using solid phase
extraction and liquid chromatography with ultraviolet detection;
J. A.O.A.C. Int., 1993, **76**, n°5, 956-961.

(38) SCOTT (P.M.) & LAWRENCE (G.A.); Stability and Problems in Recovery of Fumonisin
Added to Corn-Based Foods;
J. A.O.A.C. Int., 1994, **77**, n°2, 541-545.

(39) SKERRITT (J.H.), HILL (A.S.), EDWARD (S.L.), BEASLEY (H.L.), LEE (N.), McADAM (D.P.) & RIGG (A.J.); Rapid testing for insecticide residues in stored products using immuno- and enzyme- assays;

Stored Prod. Prot., Proc. Int. Work. Conf., 6th, 1994, 2, 843-847.

(40) SINNAEVE(G.), DARDENNE (P.) & BISTON(R.); Potentialités de la spectrométrie dans le proche Infra-Rouge (SPIR) pour l'évaluation de la qualité brassicole de sorges et de la qualité des malts;

Cerevisiae and Biotechnology, 1994, 19, n°2, 21-25.

(41) THEANDER (O.), AMAN (P.), WESTERLUND (E.), ANDERSSON (R.), PETERSSON (D.); Total dietary fiber determined as neutral sugar residues, uronic acid residues, and Klason lignin (the Uppsala method) : collaborative study;

J. A.O.A.C. Int., 1995, 78, n°4, 1030-1044.

(42) TAN (Z.L.), CHEN (H.P.), HE (L.H.), FANG (R.J.) & XING (T.X.); Variation un the nutritional characteristics of wheat straw;

Anim. feed sci. Technol., 1995, 53, 337-344.

(43) VANBELLE (M.), La législation des additifs en alimentation animale dans la CEE;

J. Pharm. Belg., 1994, 49, n°4, 339-349.

(44) WINDHAM (W.R.); AOAC dans Official Methods of Analysis, Chapter 4 Animal Feed;

Patricia Cunniff, Maryland USA, 1995.

(45) WOLTER (R.); Alimentation du cheval;

Editions France Agrcole, PARIS, 1994, 49-275.

(46) WOLTER (R.); Un code de "bonnes pratiques" enfin signé;

R. A. A. , 1997, 503, 55-59.

(47) WOOD (G.M.), PATEL (S.), ENTWISTLE (A.C.) & BOENKE (A.); Ochratoxine A in wheat : a second intercomparison of procedures;

Food addit. and contam., 1996, 13, n°5, 519-539.

ANNEXES

ANNEXE I - Concentration nutritive optimum de la ration par kg de MS

Concentration nutritive optimum de la ration des chevaux (par kg de matière sèche pour la consommation de matière sèche figurant dans les tableaux d'apports alimentaires journaliers recommandés des chapitres 3 à 7).

	Adultes ⁽¹⁾		Juments ⁽²⁾		Jeunes		
	Repos travail léger	Travail moyen ; monte	Fin gestation	Début lactation	6-12 mois	18-24 mois	32-36 mois
Energie UFC	0,45-0,70	0,50-0,75	0,50-0,70	0,60-0,80	0,65-0,95	0,60-0,90	0,60-0,80
Azote MADC (g)	30-50	40-55	45-70	55-90	55-90	40-55	30-40
Macroéléments							
Calcium (g)	3,1	2,9	4,6	4,3	5,5	3,8	3,3
Phosphore (g)	1,9	1,6	3,2	3,7	3,0	2,2	1,9
Magnésium (g)	0,9	0,9	0,8	0,7	1,6	1,1	1,1
Sodium (g)	2,7	3,2	1,6	1,2	1,8	1,6	1,4
Potassium (g)	4,0	5,0	4,0	—	3,0	6,0	1,4
Soufre (g)	1,5	—	1,5	—	1,5	—	—
Oligoéléments ⁽³⁾							
Fer (mg) ⁽³⁾	80-100	80-100	80-100	80-100	80-100	80-100	80-100
Cuivre (mg)	10	10	10	10	10	10	10
Zinc (mg)	50	50	50	50	50	50	50
Manganèse (mg)	40	40	40	40	40	40	40
Cobalt (mg)	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Sélénium (mg)	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2
Iode (mg)	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Vitamines ⁽⁴⁾							
Vitamine A (UI)	3 250	3 750	4 200	3 500	3 450	3 500	3 500
Vitamine D (UI)	400	600	600	850	400	600	600
Vitamine E (UI)	8	10	11	7	7	10	10
Thiamine B1 (mg)	2,5	2,5	2,5	2,5	1,7	2,5	2,5
Riboflavine B2 (mg)	4,0	4,0	4,2	4,2	2,8	4,0	4,0
Niacine (mg) pp	12	12	12,5	12,5	8,5	12	12
Acide panthoténique (mg)	5,0	5,0	5,1	5,1	3,3	4,8	4,8
Pyridoxine B6 (mg)	1,3	1,0	1,3	1,2	0,8	1,2	1,2
Choline (mg)	65	60	63	84	42	60	60
Acides foliques (mg)	1,3	1,2	1,3	1,2	0,8	1,2	1,2
Cyanocobalamine B12 (µg)	13	12	13	8	8	12	12

(1) La concentration nutritive de la ration pour les chevaux effectuant un travail intense devrait être accrue d'environ 35 à 40 p. 100 par rapport à celle retenue au repos en raison de la diminution du volume de la ration.

(2) Juments pendant les trois derniers mois de la gestation et les 3 premiers mois de la lactation.

(3) Les apports recommandés en oligo-éléments sont ceux proposés par Meyer (1981) en RFA.

(4) Les apports recommandés en vitamines sont ceux proposés par Wolter (1975).

Remarques : Les valeurs uniques de concentration données pour les macroéléments, certains oligoéléments et les vitamines ont été calculées pour des consommations moyennes de matière sèche.

Tables de la composition chimique et de la valeur nutritive des aliments

CLASSEMENT DES ALIMENTS	N°
Fourrages verts	
Prairies permanentes	1 à 17
Graminées fourragères	18 à 33
Légumineuses fourragères	34 à 42
Ensilages	
Prairies permanentes	43 à 49
Graminées	50 à 55
Maïs	56 à 58
Foins	
Foins de prairies permanentes	59 à 84
Foins de graminées	85 à 91
Foin de légumineuses	92 à 100
Pailles	101 à 111
Fourrages déshydratés et agglomérés	
Luzerne	112 à 114
Racines, tubercules et sous-produits	
Racines et tubercules	115 à 117
Pulpes	118 à 119
Céréales	120 à 124
Sous-produit des céréales	125 à 131
Graines de légumineuses	132 à 134
Sous-produits des graines protéagineuses et oléagineuses	135 à 142
Sous-produits d'origine végétale	143 à 148
Sous-produits d'origine animale	149

FOURRAGES VERTS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
FOURRAGES VERTS												
- Prairies permanentes												
<i>Prairie permanente de plaine</i>												
1	1 ^{er} cycle, stade très précoce	1 000 150	0,89 0,134	121 18	77	880	190	230	257	4,5	7,5	2,0
2	1 ^{er} cycle, épi à 10 cm	1 000 170	0,84 0,143	103 15	74	889	168	244	271	4,0	7,0	2,0
3	1 ^{er} cycle, début épiaison	1 000 170	0,78 0,133	75 11	69	906	131	276	304	3,5	6,5	2,0
4	1 ^{er} cycle, épiaison	1 000 180	0,73 0,131	66 10	66	914	119	294	323	3,0	6,0	2,0
5	1 ^{er} cycle, pleine épiaison	1 000 180	0,67 0,121	58 9	61	918	107	313	343	3,0	6,0	2,0
6	1 ^{er} cycle, floraison	1 000 190	0,57 0,108	47 7	53	922	92	329	359	2,5	5,5	1,5
7	2 ^e cycle, feuillu, 5 semaines	1 000 180	0,80 0,144	146 22	71	897	215	267	295	4,0	8,0	—
8	2 ^e cycle, 5 semaines après déprimage	1 000 170	0,78 0,133	92 14	69	902	153	261	289	3,5	7,0	—
9	2 ^e cycle, feuillu, 8 semaines	1 000 180	0,75 0,135	80 12	67	901	137	275	303	3,5	7,5	2,5
10	2 ^e cycle, 8 semaines après déprimage	1 000 200	0,67 0,134	59 9	61	917	108	318	348	3,0	6,0	—
11	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 160	0,78 0,125	135 20	69	895	201	280	309	4,0	6,5	3,0
12	Herbes résiduelles d'automne	1 000 200	0,59 0,118	42 6	54	920	90	300	329	—	—	—
<i>Prairie permanente de montagne</i>												
13	1 ^{er} cycle, épi à 10 cm	1 000 170	0,88 0,150	99 15	76	905	166	223	249	4,5	8,0	3,0 ⁵
14	1 ^{er} cycle, pleine épiaison	1 000 200	0,67 0,134	60 9	61	928	111	304	334	3,5	7,0	2,5
15	1 ^{er} cycle, floraison	1 000 217	0,56 0,122	46 7	53	918	92	322	352	2,5	6,5	2,5
16	2 ^e cycle, feuillu, 6 semaines	1 000 180	0,79 0,142	137 21	69	905	209	229	256	4,0	11,0	4,5
17	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 200	0,82 0,164	119 18	72	900	190	210	236	4,0	11,0	4,5
- Graminées fourragères												
<i>Dactyle</i>												
18	1 ^{er} cycle, épi à 10 cm	1 000 160	0,81 0,130	145 22	74	870	220	218	244	4,0	4,0	2,0
19	1 ^{er} cycle, pleine épiaison	1 000 200	0,63 0,126	62 9	61	900	110	330	360	2,5	3,0	1,5
20	2 ^e cycle, feuillu, 5 semaines	1 000 170	0,78 0,133	159 24	72	884	231	262	290	3,5	5,5	2,0
21	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 180	0,76 0,137	126 19	71	875	193	258	286	3,5	6,5	2,5

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères maigres : par kg de produit brut.

FOURRAGES VERTS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
<i>Fétuque élevée</i>												
22	1 ^{er} cycle, épi à 10 cm	1 000 190	0,72 0,137	100 15	68	869	164	247	274	3,5	4,0	2,0
23	1 ^{er} cycle, pleine épiaison	1 000 200	0,58 0,116	60 9	58	880	110	310	340	2,5	3,5	1,5
24	2 ^e cycle, feuillu, 5 semaines	1 000 180	0,72 0,130	99 15	68	873	161	265	293	3,5	4,5	2,5
25	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 190	0,70 0,133	101 15	67	861	164	260	288	4,5	5,5	2,5
<i>Ray-grass anglais</i>												
26	1 ^{er} cycle, épi à 10 cm	1 000 170	0,88 0,150	100 15	80	878	166	230	257	4,0	5,5	2,0
27	1 ^{er} cycle, pleine épiaison	1 000 200	0,66 0,132	34 5	62	910	80	310	340	2,5	5,5	1,5
28	2 ^e cycle, feuillu, 6 semaines	1 000 180	0,84 0,151	112 17	75	890	180	230	257	4,0	4,0	1,5
29	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 190	0,80 0,152	107 16	72	903	173	241	268	4,5	6,0	1,5
<i>Ray-grass d'Italie</i>												
30	1 ^{er} cycle, épi à 10 cm	1 000 160	0,88 0,141	98 15	77	888	169	190	215	3,5	5,0	1,5
31	1 ^{er} cycle, pleine épiaison	1 000 210	0,67 0,141	40 6	62	910	90	280	309	3,0	4,5	1,0
32	2 ^e cycle, 4 semaines	1 000 190	0,75 0,143	85 13	69	892	145	258	286	3,5	5,0	2,0
33	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 200	0,80 0,160	90 13	72	893	155	222	248	3,5	5,5	2,0
- Légumineuses												
<i>Luzerne</i>												
34	1 ^{er} cycle, bourgeonnement	1 000 190	0,71 0,135	137 20	64	900	200	300	361	3,0	17,0	2,0
35	1 ^{er} cycle, floraison	1 000 220	0,62 0,136	123 18	58	910	180	330	392	2,5	17,0	1,5
36	2 ^e cycle, 5 semaines	1 000 190	0,72 0,137	154 23	66	900	220	300	361	3,0	16,0	2,5
37	3 ^e et 4 ^e cycles, 5 semaines	1 000 200	0,75 0,150	174 26	68	870	250	245	304	3,0	18,5	2,0
38	Repousses d'arrière-saison	1 000 230	0,67 0,154	150 23	62	870	220	265	325	—	—	—
<i>Trèfle violet</i>												
39	1 ^{er} cycle, bourgeonnement	1 000 140	0,80 0,112	112 17	72	880	180	230	315	3,0	13,5	3,5
40	1 ^{er} cycle, floraison	1 000 180	0,69 0,124	96 14	64	897	154	289	376	2,5	13,0	3,0
41	2 ^e cycle, 6 semaines	1 000 164	0,81 0,133	132 20	72	878	205	219	303	3,0	14,0	3,5
42	3 ^e cycle, 6 semaines	1 000 142	0,85 0,121	145 22	77	842	226	166	248	3,0	14,0	4,0

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères maigres : par kg de produit brut.

ENSILAGES

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
ENSILAGES (récoltés en coupe fine ou moyenne et très bien conservés)												
<i>Prairie permanente de plaine</i>												
43	1 ^{er} cycle, début épiaison, ressuyé	1 000 250	0,74 0,185	61 9	69	906	131	306	335	3,5	6,5	2,0
44	1 ^{er} cycle, pleine épiaison, ressuyé	1 000 250	0,84 0,160	48 7	61	918	107	343	374	3,0	6,0	1,5
45	1 ^{er} cycle, floraison, ressuyé	1 000 250	0,54 0,135	39 6	53	922	92	359	391	2,5	5,5	1,5
46	2 ^e cycle, 7 semaines, préfané	1 000 350	0,68 0,238	74 11	65	904	151	305	334	4,0	8,5	3,0
<i>Prairie permanente de montagne</i>												
47	1 ^{er} cycle, début épiaison, ressuyé	1 000 250	0,74 0,185	72 11	69	917	149	293	322	3,5	7,0	2,5
48	1 ^{er} cycle, pleine épiaison, ressuyé	1 000 250	0,64 0,160	49 7	61	928	111	334	365	3,0	7,0	2,5
49	2 ^e cycle, 6 semaines, préfané	1 000 350	0,71 0,249	109 16	67	905	209	259	287	4,5	12,5	5,0
<i>Dactyle</i>												
50	1 ^{er} cycle, début épiaison, ressuyé	1 000 250	0,71 0,178	63 9	71	875	137	285	314	3,0	3,5	1,5
51	1 ^{er} cycle, pleine épiaison, ressuyé	1 000 250	0,60 0,150	51 8	61	896	110	361	393	2,5	3,0	1,5
52	2 ^e cycle, 8 semaines, ressuyé	1 000 250	0,61 0,153	67 10	62	885	139	325	355	3,0	5,0	2,0
<i>Ray-grass d'Italie</i>												
53	1 ^{er} cycle, début épiaison, ressuyé	1 000 250	0,71 0,178	36 5	68	904	97	278	307	3,0	4,5	1,0
54	1 ^{er} cycle, pleine épiaison, ressuyé	1 000 250	0,64 0,160	28 4	62	913	82	314	344	3,0	4,5	1,0
55	2 ^e cycle, 7 semaines, ressuyé	1 000 250	0,60 0,150	61 9	60	910	130	320	350	3,5	5,0	2,0
<i>Maïs</i>												
<i>• Plante entière</i> (bonnes conditions de végétation)												
56	Entre 25 et 30 % de MS	1 000 280	0,81 0,227	33 9	72	940	85	208	234	2,5	3,5	—
57	Supérieur à 30 % de MS et normal en épi (55 à 65 % de la MS)	1 000 330	0,85 0,281	30 10	73	947	82	180	205	2,5	3,5	1,5
<i>• Cannes</i>												
58	A la maturité du grain	1 000 310	0,50 0,155	20 6	51	907	66	337	368	2,0	4,0	2,2

FOINS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
FOINS												
<i>• Prairies permanentes</i>												
<i>Prairie permanente de plaine</i>												
<i>1^{er} cycle, épiaison</i>												
59	Fané au sol par beau temps ou ventilé	1 000 850	0,66 0,56	58 49	60	917	114	315	345	3,0	6,0	2,0
60	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000 850	0,63 0,54	55 47	59	916	109	335	366	2,5	5,5	2,0
61	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000 850	0,58 0,49	51 43	54	923	104	347	378	2,5	5,0	1,5
<i>1^{er} cycle, pleine épiaison</i>												
62	Fané au sol par beau temps ou ventilé	1 000 850	0,61 0,52	50 43	57	922	102	333	364	3,0	6,0	2,0
63	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000 850	0,59 0,50	46 39	56	921	97	351	382	2,5	5,5	2,0
64	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000 850	0,53 0,45	43 37	51	927	92	363	395	2,5	5,0	1,5
<i>1^{er} cycle, floraison</i>												
65	Fané au sol par beau temps	1 000 850	0,52 0,44	40 34	50	923	88	347	378	2,5	5,5	1,5
66	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000 850	0,50 0,43	36 31	49	922	83	365	397	2,0	5,0	1,5
67	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000 850	0,46 0,39	33 28	45	928	78	377	409	2,0	4,5	1,0
<i>1^{er} cycle, fin floraison</i>												
68	Fané au sol par beau temps	1 000 850	0,46 0,39	38 32	45	923	86	353	384	2,0	5,5	1,5
69	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000 850	0,45 0,38	35 30	44	922	81	370	402	2,0	5,0	1,5
70	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000 850	0,42 0,36	31 26	42	928	76	382	414	1,5	4,5	1,0
<i>2^e cycle, feuillu, 7 semaines</i>												
71	Fané au sol par beau temps ou ventilé	1 000 850	0,67 0,57	80 68	61	909	144	297	326	3,5	7,5	2,5
72	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000 850	0,63 0,54	76 65	59	907	139	319	349	3,0	7,0	2,5
73	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000 850	0,59 0,50	73 62	56	916	134	331	362	3,0	6,0	2,0
<i>Prairie permanente de montagne</i>												
<i>1^{er} cycle, pleine épiaison</i>												
74	Fané au sol par beau temps ou ventilé	1 000 850	0,62 0,53	53 45	57	928	106	324	355	3,5	7,0	2,5
75	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000 850	0,60 0,51	49 42	56	927	101	344	375	3,0	6,5	2,5
76	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000 850	0,54 0,46	45 38	51	932	96	356	387	3,0	5,5	2,0

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères majuscules : par kg de produit brut.

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères majuscules : par kg de produit brut.

FOINS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité, MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
77	1 ^{er} cycle, floraison Fané au sol par beau temps	1 000	0,52	40	50	920	88	341	372	2,5	6,5	2,5
		850	0,44	34								
78	2 ^e cycle, 6 semaines Fané au sol par beau temps	1 000	0,72	120	64	910	200	255	283	4,0	11,0	4,5
		850	0,61	102								
<i>Prairie méditerranéenne de Crau</i>												
79	1 ^{er} cycle, stade précoce (début mai) Fané au sol par beau temps	1 000	0,67	57	61	905	112	281	310	3,0	10,5	2,0
		850	0,57	48								
80	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000	0,63	53	59	903	107	304	333	—	—	—
81	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000	0,59	50	56	912	102	316	346	—	—	—
		850	0,50	43								
82	1 ^{er} cycle, stade tardif (fin mai) Fané au sol par beau temps	1 000	0,52	46	50	913	97	328	358	—	—	—
		850	0,44	39								
83	2 ^e cycle Fané au sol par beau temps	1 000	0,64	64	58	910	122	269	297	3,0	11,0	2,5
		850	0,54	54								
84	3 ^e cycle Fané au sol par beau temps	1 000	0,70	72	62	905	133	258	286	4,0	13,0	3,3
		850	0,60	61								
<i>Graminées fourragères</i>												
<i>Dactyle</i>												
85	1 ^{er} cycle, pleine épiaison Fané au sol par beau temps ou ventilé	1 000	0,58	52	57	903	105	349	380	2,5	3,0	1,5
		850	0,49	44								
86	Fané au sol par temps de pluie et resté moins de 10 jours au sol	1 000	0,56	48	56	900	100	366	398	2,5	2,5	1,5
		850	0,48	41								
87	Fané au sol par temps de pluie et resté plus de 10 jours au sol	1 000	0,51	45	51	910	95	378	410	2,0	2,5	1,0
		850	0,43	38								
88	1 ^{er} cycle, floraison Fané au sol par beau temps	1 000	0,49	42	49	910	91	348	379	2,0	2,5	1,5
		850	0,42	36								
89	2 ^e cycle, feuillu, 6 semaines Fané au sol par beau temps	1 000	0,66	102	62	895	175	309	339	3,0	5,0	2,0
		850	0,56	87								

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères maigres : par kg de produit brut.

FOINS - PAILLES

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
<i>Mauvais foin de graminée</i>												
90	Non traité	1 000	0,36	14	36	900	52	385	418	—	—	—
		850	0,31	12								
91	Traité à l'ammoniac	1 000	0,44	—	46	900	99	385	418	—	—	—
		850	0,37	—								
<i>Légumineuses</i>												
<i>Luzerne</i>												
<i>1^{er} cycle, bourgeonnement</i>												
92	Ventilé	1 000	0,63	105	60	904	179	327	389	3,0	16,0	2,0
		850	0,54	89								
93	Fané au sol ⁽²⁾	1 000	0,57	90	55	918	158	385	450	2,5	15,0	2,0
		850	0,48	77								
<i>1^{er} cycle, floraison</i>												
94	Ventilé	1 000	0,58	100	55	913	172	347	409	2,5	16,0	1,5
		850	0,49	85								
95	Fané au sol ⁽²⁾	1 000	0,50	84	50	926	150	400	465	2,0	15,0	1,5
		850	0,43	71								
<i>2^e cycle, 7 semaines</i>												
96	Fané au sol ⁽²⁾	1 000	0,54	92	53	916	161	396	461	2,0	14,5	2,0
		850	0,46	78								
<i>Trèfle violet</i>												
<i>1^{er} cycle, bourgeonnement</i>												
97	Ventilé	1 000	0,69	96	64	891	169	270	330	2,5	13,0	3,0
		850	0,59	83								
98	Fané au sol ⁽²⁾	1 000	0,63	96	60	888	166	280	341	2,5	12,0	3,0
		850	0,54	82								
<i>1^{er} cycle, floraison</i>												
99	Ventilé	1 000	0,56	82	54	907	147	327	387	2,5	12,5	3,0
		850	0,48	70								
100	Fané au sol ⁽²⁾	1 000	0,51	80	50	904	144	337	397	2,0	11,5	2,5
		850	0,43	68								
PAILLES												
<i>Paille native</i>												
101	Avoine	1 000	0,37	0	42	910	32	420	—	1,0	3,5	1,5
		880	0,32	0								
102	Blé	1 000	0,26	0	35	900	36	430	—	1,0	2,0	1,0
		880	0,22	0								
103	Orge	1 000	0,29	0	38	900	33	430	—	1,0	3,5	1,5
		880	0,25	0								
104	Pois	1 000	0,36	46	44	920	100	410	—	1,7	17,0	2,6
		880	0,31	40								
105	Seigle	1 000	0,26	0	35	950	30	470	—	1,0	2,5	0,8
		880	0,22	0								

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères maigres : par kg de produit brut.

(2) Quelles que soient les conditions climatiques.

PAILLES - FOURRAGES DÉSHYDRATÉS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Digesti- bilité MO (x 100)	Constituants organiques (g/kg MS)				Constituants minéraux (g/kg MS)		
						MO	MAT	CB	LC	P	Ca	Mg
<i>Paille traitée à l'ammoniac</i>												
106	Avoine	1 000 880	0,42 0,36	—	50	910	58	420	90	—	—	—
107	Blé	1 000 880	0,34 0,31	—	43	900	63	430	100	—	—	—
108	Orge	1 000 880	0,37 0,32	—	46	900	61	430	100	—	—	—
<i>Paille traitée à la soude</i>												
109	Avoine	1 000 880	0,49 0,43	—	52	863	32	398	137	—	—	—
110	Blé	1 000 880	0,41 0,36	—	45	848	36	405	152	—	—	—
111	Orge	1 000 880	0,44 0,39	—	48	848	33	405	152	—	—	—
FOURRAGES DÉSHYDRATÉS ET AGGLOMÉRÉS												
<i>Luzerne condensée</i>												
112	A 14 % de matières azotées	1 000 920	0,51 0,47	78 72	50	892	141	354	108	2,5	16,0	1,5
113	A 17 % de matières azotées	1 000 920	0,57 0,52	101 93	53	918	174	336	82	2,5	17,0	1,5
114	A 20 % de matières azotées	1 000 920	0,68 0,63	122 112	61	900	200	270	100	3,0	17,0	2,0

RACINES - TUBERCULES - CONCENTRÉS - SOUS-PRODUITS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Constituants organiques (g/kg MS)						Constituants minéraux (g/kg MS)		
					MO	MAT	MG	AMID	LC	CB	P	Ca	Mg
RACINES, TUBERCULES ET LEURS SOUS-PRODUITS													
<i>Racines</i>													
115	Betteraves fourragères	1 000 135	1,07 0,15	80 11	923	120	—	—	—	73	1,5	2,0	1,5
116	Betteraves sucrières	1 000 232	1,13 0,26	37 9	953	56	—	—	—	54	1,5	2,0	1,5
117	Carottes fourragères	1 000 194	1,14 0,22	32 6	946	48	—	—	—	100	—	—	—
<i>Pulpes</i>													
118	Betteraves déshydratées	1 000 910	0,79 0,72	45 41	900	100	15	11	250	190	1,0	13,0	2,0
119	Pommes de terre déshydratées	1 000 875	0,97 0,85	8 7	966	46	5	755	—	160	—	—	—
CÉRÉALES													
120	Orge	1 000 860	1,16 1,00	92 79	974	117	21	570	72	54	4,0	0,9	1,2
121	Blé tendre	1 000 864	1,26 1,09	103 89	980	130	18	675	38	26	3,7	0,7	1,2
122	Avoine	1 000 868	1,01 0,88	98 85	966	132	57	420	150	114	3,8	0,9	1,6
123	Mais grain	1 000 865	1,32 1,14	79 68	982	103	46	735	32	30	3,5	0,3	1,1
124	Mais épi (grains + rafles broyées)	1 000 860	1,12 0,96	88 76	973	109	—	—	—	58	—	—	—
SOUS-PRODUITS DES CÉRÉALES													
125	Son gros de blé	1 000 871	0,86 0,75	130 113	933	169	43	147	153	122	12,3	1,2	4,4
126	Son fin de blé	1 000 872	0,92 0,80	132 115	936	172	47	193	134	110	12,8	1,5	5,1
127	Remoulage blanc de blé	1 000 873	1,14 1,00	148 129	968	178	48	526	58	47	10,2	1,6	—
128	Son de maïs	1 000 890	0,97 0,86	79 70	970	113	63	—	125	101	—	0,3	—
129	Amidon de maïs	1 000 900	1,45 1,31	6 5	999	7	2	—	—	0	—	—	—
130	Gluten feed	1 000 906	1,02 0,92	191 173	940	233	40	—	56	92	4,6	1,4	—
131	Gluten de maïs 40	1 000 890	1,14 1,01	427 380	969	474	37	—	111	44	8,5	1,2	4,3
GRAINES DE LÉGUMINEUSES													
132	Pois	1 000 880	1,17 1,03	223 196	960	256	34	479	100	69	4,2	1,0	1,1
133	Féverole	1 000 870	1,09 0,95	272 237	968	327	16	400	66	81	4,2	1,3	1,6
134	Lupin blanc doux	1 000 890	1,12 1,00	357 318	961	410	74	100	177	123	6,4	2,1	2,4

ANNEXE II - Tables de la composition chimique et de la valeur nutritive des aliments

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères minores : par kg de produit brut.

ANNEXE II - Tables de la composition chimique et de la valeur nutritive des aliments

SOUS-PRODUITS

N°	Aliments	MS (g/kg) (1)	UFC (par kg) (1)	MADC (g/kg) (1)	Constituants organiques (g/kg MS)					Constituants minéraux (g/kg MS)			
					MO	MAT	MG	AMID	LC	CB	P	Ca	Mg
SOUS-PRODUITS DES GRAINES PROTÉAGINEUSES ET OLÉAGINEUSES													
<i>Tourteaux</i>													
135	Arachide décortiqué expeller	1 000 928	1,01 0,94	487 452	941	541	73	—	141	110	6,0	2,0	3,3
136	Soja déshuilé 42-44	1 000 883	1,05 0,93	437 386	933	485	26	—	115	88	7,0	3,7	2,6
137	Soja déshuilé 48-50	1 000 883	1,09 0,96	496 436	930	545	26	—	65	39	7,5	3,3	—
138	Lin déshuilé	1 000 892	0,92 0,82	323 288	927	380	20	92	180	105	9,4	4,7	5,4
139	Tournesol décortiqué déshuilé	1 000 899	0,79 0,71	344 309	929	405	37	84	232	187	11,6	4,1	6,8
140	Palmiste déshuilé	1 000 900	0,86 0,77	157 141	957	206	17	32	365	167	6,5	2,7	5,4
141	Coprah déshuilé	1 000 888	0,85 0,75	196 174	922	239	18	134	333	178	6,1	1,7	—
142	Huile végétale	1 000 990	3,16 3,13	—	—	—	997	—	—	—	—	—	—
SOUS PRODUITS D'ORIGINE VÉGÉTALE													
143	Mélasse de canne	1 000 739	1,07 0,79	34 25	877	56	0	593	0	0	—	—	—
144	Mélasse de betterave	1 000 775	1,06 0,82	83 64	884	103	1	571	0	1	—	—	—
145	Radicelles d'orge	1 000 903	0,92 0,83	257 232	928	308	17	203	151	133	—	—	—
146	Coques de soja	1 000 900	0,64 0,58	73 66	950	137	33	98	464	367	—	—	—
147	Caroubes (graines)	1 000 870	0,74 0,64	17 15	963	58	11	447	196	87	—	—	—
148	Drèches de brasserie fraîches	1 000 230	0,79 0,18	251 58	948	300	86	144	190	150	5,7	3,3	1,4
SOUS-PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE													
149	Graisse animale	1 000 990	2,90 2,87	—	—	—	994	—	—	—	—	—	—

(1) En caractères gras : par kg de matière sèche. En caractères maigres : par kg de produit brut.

ANNEXE III - Teneurs en vitamines de quelques aliments

Teneur en vitamines de quelques aliments
(Sources : Roche, Acc, Meissonnier, Becker).

Aliments	β Carotène (mg/kg)	Vitamine D (UI/kg)	Vitamine E ou α Tocophérol (mg/kg)
Fourrages verts			
Graminées	30 - 180	0	10 à 70*
Luzerne	30 - 250	0	50 à 150*
Fourrages conservés			
Foin de prairie naturelle	1 - 5	620 - 2000	10 à 100*
Foin de luzerne	10 - 20	100 - 570	52 - 53
Luzerne déshydratée	100 - 130	0	100 - 150
Ensilage de maïs	1 - 7	8 - 35	0,93
Ensilage de ray-grass direct	10 - 40	0	—
Ensilage de ray-grass préfané	5 - 15	0	—
Pailles			
Avoine	0	—	—
Blé	0	—	—
Grains			
Orge	0,4	0	21,7 - 42,8
Avoine	0,1 - 0,4	0	17,8 - 23,6
Blé	0,1	0	3,2 - 14,7
Maïs	1,3 - 2,5	0	11,4 - 35,0
Tourteaux			
Soja 50	0 - 0,1	0	1,3 - 5,2
Issus de meunerie			
Son de blé	0	0	15,2 - 19

* Tocophérols totaux.

ANNEXE IV - Principales intoxications végétales chez le cheval

AGENT RESPONSABLE	FACTEURS TOXIQUES LOCALISATION	MANIFESTATIONS MAJEURES DE L'INTOXICATION
ARBUSTES		
- If <i>Taxus baccata</i> <i>Taxus cuspidata</i>	Alcaloïdes (taxine) Toutes les parties sauf le fruit (arille)	Intoxication fréquente (branchioles très appréciées car ce conifère n'a pas de résine); Dose létale : 0,5 à 2 g de feuilles/kg poids vif
- Laurier-cerise <i>Prunus laurocerasus</i>	Acide cyanhydrique	Dyspnée (troubles respiratoires), mort
- Buis <i>Buxus sempervirens</i>	Alcaloïdes Toutes les parties	Intoxication aiguë; symptomatologie digestive Dose létale : 750 g de feuilles
- Cytise <i>Cytisus laburnum</i>	Alcaloïdes (cytisine) Toutes les parties	Convulsions, dyspnée, coliques, hypersalivation Dose létale (graine) : 200 à 400 g
- Robinier faux-acacia <i>Robinia pseudoacacia</i>	Phytotoxine (robine) Écorce	Troubles digestifs et cardiaques Dose létale : 150 g d'écorce
- Rhododendrons <i>Rhododendrum sp.</i>	Andrometoxine	Vertiges, troubles digestifs, dyspnée, ataxie (incoordination des mouvements)
PLANTES HERBACÉES SAUVAGES		
- Prêle <i>Equisetum arvense</i>	Alcaloïdes, thiaminase, antivitamine B12 Toute la plante	Ataxie, amaigrissement, anémie (foin contaminé)
- Fougère grand-aigle <i>Pteridium aquilinum</i>	Thiaminase (antivitamine B1)	Troubles locomoteurs, paralysie ascendante, (traitement par vitamine B1)
- Colchique <i>Colchicum autumnale</i>	Alcaloïdes (colchicine) Toute la plante	Diarrhée, coliques Dose létale : quelques kilos de plante fraîche
- Verâtre <i>Veratrum album</i>	Alcaloïdes Toute la plante	Gastro-entérites, tremblements musculaires (foin contaminé) Dose létale : 1 kg de feuilles sèches
- Digitale <i>Digitalis purpurea</i>	Hétéroside cardiotoxique Toutes les parties	Rare Signes digestifs et urinaires Dose létale : 140 g de feuilles
- Millepertuis <i>Hypericum perforatum</i>	Hypericine Toute la plante	Photosensibilisation, érythème, prurit, gonflement des paupières (au soleil)
- Sénéçon de Jacob <i>Senecio jacobaea</i>	Alcaloïdes pyrrolidiques	Hépatotoxicité, encéphalose hépatique (responsabilité douteuse en France)

ANNEXE IV - Principales intoxications végétales chez le cheval

AGENT RESPONSABLE	FACTEURS TOXIQUES LOCALISATION	MANIFESTATIONS MAJEURES DE L'INTOXICATION
PLANTES HERBACÉES CULTIVÉES		
- Trèfles blanc, hybride et incarnat <i>Trifolium repens, hybridum, incarnatum</i>	Non connu	"Trifoliose" : dégénérescence hépatique chronique, troubles cutanés, nerveux, encéphalose hépatique
- Sorgho <i>Sorghum vulgare</i>	Hétéroside cyanogénétique (plante jeune)	Avortements, malformations foetales parésie du train arrière
- Betterave <i>Beta vulgaris</i>	Oxalates <i>par les feuilles</i>	Hypocalcémie, hypomagnésémie ostéofibrose, urolithiase, néphrite
GRAINES OU FRUITS TOXIQUES		
- Ivraie énivrante <i>Lolium temulentum</i>	Alcaloïde (témuline sécrété par champignon endophyte)	Ataxie, démarche ébrieuse Dose léthale : 3 à 5 kg
- Lin <i>Linum usitatissimum</i>	Acide cyanhydrique	Intoxication aiguë, symptômes respiratoires. A distribuer en quantité limitée, à sec ou cuit
- Datura <i>Datura stramonium</i>	Alcaloïdes (contaminant du maïs)	Anorexie, polyurie, diarrhée, déshydratation, dose toxique : < 0,5 p.100 de l'aliment
- Nielle <i>Lycnis githago</i>	Saponoside	Troubles digestifs, hémolyse Contamination maximale des grains : 1 p.100
- Lupin jaune <i>Lupinus luteus</i>		Lupinose, apparition de sang dans les urines, "jaunisse" (ictère)
- Gesse jarosse <i>Lathyrus cicera</i>	Acides aminés neurotoxiques	Lathyrisme : affaiblissement du train postérieur, violent cornage, asphyxie parfois mortelle
- Vesce <i>Vicia sativa</i>	Acides aminés neurotoxiques	Symptômes nerveux, dégénérescence hépatique avec des complications cutanées, substances hépatotoxiques encéphalose hépatique
- Ricin <i>Ricinus communis</i>	Ricine, phytotoxine <i>Graine uniquement</i>	Violente action purgative Intoxication accidentelle par les tourteaux Dose léthale : 25 à 50 g
- Glands de chêne <i>Quercus sp.</i>	Tanins	Coliques violentes. Diarrhée hémorragique Urine noirâtre, épaisse; mort par néphrite

ANNEXE V - Liste des ingrédients des aliments Main-Ring

INGREDIENTS	Cheval à l'entretien	Cheval de club	Cheval de sport	Cheval de compétition	Cheval âgé	Poulinières Etalons
* Flocons d'orge et de maïs micronisés	+	+	+	+	+	+
* Pois concassés	+	+	+	+	+	+
* Soja entier micronisé et floconné	-	+	+	+	+	+
* Farine de graines de lin	+	+	+	-	-	-
* Son de blé	+	+	+	-	-	-
* Son d'avoine	+	+	+	-	-	-
* Vitamines et minéraux	+	+	+	+	+	+
* Culture de levure (Diamond V 'XP')	+	+	+	+	+	+
* Huile végétale	+	+	+	+	+	+
* Mélasse	+	+	+	+	+	+
* Algues déshydratées	+	+	+	+	+	+
* Extraits d'ail et de menthe	+	+	+	+	+	+
* Granulés de luzerne	+	+	+	+	+	+
* Luzerne hâchée (brins longs)	-	-	+	-	-	-
* Avoine aplatie	-	-	-	+	-	+

UAR

Une gamme complète pour tous les chevaux :
de l'élevage à la compétition.



ALIMENTS
GRANULES
COMPOSES
COMPLETS

PRODUIT	CONDITIONNEMENT	CARACTÉRISTIQUES
HIPPO 95 CHEVAL ET PONEY DE HAUT NIVEAU	Vrac et sac 40 Kg	Ses nutriments, apports protéiques, glucidiques, lipidiques et son apport en vitamine E et en sélénium, le destine aux chevaux et poneys de haut niveau.
HIPPO 63 CHEVAL DE SPORT ET COMPÉTITION	Vrac et sac 40 Kg	Ses hautes teneurs en céréales le destine aux chevaux de sport qui effectuent un travail de forte intensité.
HIPPO 122 CHEVAL DE SELLE	Vrac et sac 40 Kg	Son équilibre en teneurs céréalières et fourragères le destine à tous les chevaux qui effectuent un travail d'intensité moyenne.
HIPPO 55 CHEVAL ENTRETIEN	Vrac et sac 40 Kg	Riche en fourrage destiné à nourrir sans risque tous les chevaux au repos ou effectuant un travail léger.
HIPPO 85 PONEY	Vrac et sac 40 Kg	Sa teneur en cellulose, le destine aux petits poneys et poneys en activité modérée.



MELANGES
GRANULES ET CEREALES
FLOCONNEES
COMPLETS ET
COMPLEMENTAIRES

PANACHE ELITE	Sac de 20 Kg	Au goût carotte, son apport important en protéines, lipides + L. Carnitine, le destine aux chevaux qui effectuent des efforts longs.
PANACHE COMPÉTITION	Sac de 40 Kg	Au goût carotte, son équilibre en glucides, lipides + L. Carnitine, le destine aux chevaux qui effectuent des efforts courts et modérément longs.
PANACHE PERFORMER	Sac de 25 Kg	La qualité de ses protéines son équilibre en vitamines et minéraux le destine aux poulains, poulinières et jeunes chevaux en compétition.
MASH 188 - 187	Sac de 10 Kg ou sac de 25 Kg	Rafraichissant et régulateur du transit intestinal. Prêt à l'emploi. Destiné à tous les chevaux et poneys (1 ou 2 repas/semaine).

SPECIALITES



ALIMENTS GRANULES
COMPOSES
COMPLEMENTAIRES

HIPPO VIT 184	Sac de 25 Kg	Conçu pour compléter la ration traditionnelle en protéines, vitamines, minéraux. Destiné aux juments, poulains et chevaux à l'entraînement intense.
--------------------------	--------------	---

PLAN DE CONTROLE QUALITE

Tous nos produits ont été réalisés selon un ensemble de procédures définies sur un document " Plan de Contrôle Qualité " récapitulant les contrôles effectués.
Il nous permet d'établir un certificat de conformité joint sur tous les bons de livraison (cf/ci-dessous)

CERTIFICAT DE CONFORMITE

Les produits dont les références sont portées ci-contre ont satisfait au plan de contrôle Qualité AQ/PCQ.

Comprenant :

- un contrôle systématique des matières premières
- un contrôle systématique des pesées (formule)
- un contrôle systématique des conditions de production
- un contrôle systématique de présentation du produit fini
- un contrôle analytiques complet pour les Aliments "Contrôlé"
- un contrôle dosimétrique pour les aliments "Stérilisés"

Ils sont certifiés "Conformes" à nos spécifications.

Le RAQ

Dans son système d'Assurance Qualité, UAR a retenu comme exigences fondamentales des utilisateurs, pour ses produits :

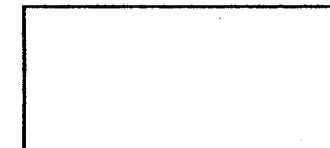
- La constance : chimique, de la composition centésimale (formule fixe) de l'origine des matières premières et de la technologie (aspect physique).
- La non interférence avec les performances sportives. Grace à un contrôle systématique sur tous les contaminants accidentels et/ou naturels (mycotoxines, pesticides, dopants).

UAR a choisi de certifier aux normes ISO 9002, le système qualité de toute l'entreprise:

" FABRICATION, COMMERCIALISATION, ET LIVRAISON "

UAR

7, rue du maréchal-Galliéni
Villemoisson-sur-Orge
91360 Épinay-sur-Orge



HIPPO 122

CHEVAL DE SELLE

COMPOSITION

- Grains d'orge et d'avoine
- Foin de graminées et pailles
- Luzerne déshydratée
- Son
- Caroubes concassés
- Minéraux
- Tourteaux de soja 50

Ingrédient indiqué individuellement conformément à la législation européenne, les différents groupes d'aliments sont cités par ordre d'importance pondérale décroissant.

GARANTIES

Aliment exempt de mélasse, pulpe de fruits, pépins de raisins, et de toute substance chimique médicamenteuse, stabilisante et colorante.

Nos formules ne sont composées que d'ingrédients naturels dont l'origine et la quantité restent fixes en toute circonstance.

CARACTÉRISTIQUES

Présenté sous forme de granulés CHEVAL DE SELLE, de par son équilibre en teneurs céréalières et fourragères est

destiné à tous les chevaux qui effectuent un travail d'intensité moyenne.



Le fait du sport

CONSTITUANTS ANALYTIQUES

Protéines brutes	11 %
Matières grasses brutes	2,3 %
Cellulose brute	17,5 %
Cendres brutes	7 %
Humidité	10 %
Vitamine A	5000 UI/kg
Vitamine D3	1000 UI/kg
Vitamine E	50 mg/kg

Tous les autres éléments vitamines (K, B1, B2, B5, B6, B12, PP, choline, biotine, acide folique), macro éléments (potassium, sodium, magnésium) et oligo-éléments (cobalt, fer, iode, manganèse, sélénium, zinc) sont

Glucides (E.N.A)	52,2 %
dont Amidon	23,4 %
Sucres	4,2 %
Lignine	3,6 %
Cuivre	10 mg/kg
Ca	10000 mg/kg
P	6000 mg/kg
Ca/P	1,7

apportés en quantité suffisante mais non excessive dans nos aliments. C'est pourquoi, en cas d'excès ou de carence, nous vous conseillons de consulter votre vétérinaire.

MODE D'EMPLOI

La ration est à fractionner de préférence en : 3 repas pour des quantités inférieures à 10 L / jour. 4 repas pour des quantités supérieures à 10 L / jour
Calcul de la ration journalière du cheval adulte validée par plus de 30 ans d'expérience.

La ration de base est fonction du poids du cheval : 1 kg par 100 kg de poids vif : soit pour un cheval de 400 kg : 4 kg .
Vient s'y adjoindre un supplément en fonction du travail effectué : 1/2 kg par heure de travail constitue une bonne moyenne.

POIDS CHEVAL	NOMBRE D'HEURES DE TRAVAIL QUOTIDIEN					
	1	2	3	4	5	6
350	4 kg	4,5 kg	5 kg	5,5 kg	6 kg	6,5 kg
400	4,5 kg	5 kg	5,5 kg	6 kg	6,5 kg	7 kg
450	5 kg	5,5 kg	6 kg	6,5 kg	7 kg	7,5 kg
500	5,5 kg	6 kg	6,5 kg	7 kg	7,5 kg	8 kg

1 litre de granulés pèse 650 g environ.
Ce tableau est donné à titre indicatif.

Il ne remplace pas l'oeil du soigneur.

HIPPO 95

CHEVAL HAUT NIVEAU

COMPOSITION

- Grains d'orge et d'avoine
- Foin de graminées
- Luzerne déshydratée
- Flocons de soja extrudé
- Son
- Minéraux
- Caroubes

Ingrédient indiqué individuellement conformément à la législation européenne, les différents groupes d'aliments sont cités par ordre d'importance pondérale décroissant.

GARANTIES

Aliment exempt de mélasse, pulpe de fruits, pépins de raisins, et de toute substance chimique médicamenteuse, stabilisante et colorante. Nos formules ne

sont composées que d'ingrédients naturels dont l'origine et la quantité restent fixes en toute circonstance.

CARACTÉRISTIQUES

Présenté sous forme de granulés HIPPO 95, a été spécialement étudié pour nourrir les chevaux de haut niveau. Tous ses nutriments ont été spécialement choisis : un apport protéique facilement

assimilable, une double source énergétique glucidique / lipidique, et enfin un complexe minéral vitaminisé, renforcé notamment en : Vitamine E et sélénium.



UAR

Le fait du sport

CONSTITUANTS ANALYTIQUES

Protéines brutes	12 %
Matières grasses brutes	4 %
Cellulose brute	16 %
Cendres brutes	9 %
Humidité	10 %
Vitamine A	7500 UI/kg
Vitamine D3	1500 UI/kg
Vitamine E	70 mg/kg

Tous les autres éléments vitamines (K, B1, B2, B5, B6, B12, PP, choline, biotine, acide folique), macro éléments (potassium, sodium, magnésium) et oligo-éléments (cobalt, fer, iode, manganèse, sélénium, zinc)

Glucides (E.N.A)	50 %
dont Amidon	22 %
Sucres	3 %
Lignine	4 %
Cuivre	15 mg/kg
Ca	11000 mg/kg
P	7000 mg/kg
Ca/P	1,6

sont apportés en quantité suffisante mais non excessive dans nos aliments. C'est pourquoi, en cas d'excès ou de carence, nous vous conseillons de consulter votre vétérinaire.

MODE D'EMPLOI

La ration est à fractionner de préférence en : 3 repas pour des quantités inférieures à 10 L / jour; 4 repas pour des quantités supérieures à 10 L / jour. Calcul de la ration journalière du cheval adulte validée par plus de 30 ans d'expérience. La ration de base est

fonction du poids du cheval :
1 kg par 100 kg de poids vif :
soit pour un cheval de 400 kg : 4 kg.
Vient s'y adjoindre un supplément en fonction du travail effectué : 1/2 kg par heure de travail constitue une bonne moyenne.

POIDS CHEVAL	NOMBRE D'HEURES DE TRAVAIL QUOTIDIEN					
	1	2	3	4	5	6
350	4 kg	4.5 kg	5 kg	5.5 kg	6 kg	6.5 kg
400	4.5 kg	5 kg	5.5 kg	6 kg	6.5 kg	7 kg
450	5 kg	5.5 kg	6 kg	6.5 kg	7 kg	7.5 kg
500	5.5 kg	6 kg	6.5 kg	7 kg	7.5 kg	8 kg

1 litre de granulés pèse 650 g environ.
Ce tableau est donné à titre indicatif.

Il ne remplace pas "l'oeil du soigneur".

HIPPO 55

CHEVAL ENTRETIEN

COMPOSITION

- Foin de graminées et paille
- Grains d'orge et d'avoine
- Luzerne déshydratée
- Son
- Minéraux
- Caroubes concassés
- Tourteaux de soja 50

Ingrédient indiqué individuellement conformément à la législation européenne, les différents groupes d'aliments sont cités par ordre d'importance pondérale décroissant.

GARANTIES

Aliment exempt de mélasse, pulpe de fruits, pépins de raisins, et de toute substance chimique médicamenteuse, stabilisante et colorante. Nos formules ne

sont composées que d'ingrédients naturels dont l'origine et la quantité restent fixes en toute circonstance.

CARACTÉRISTIQUES

Présenté sous forme de granulés CHEVAL ENTRETIEN, riche en fourrage est destiné à nourrir sans risque, tous les

chevaux au repos ou effectuant un travail léger.



UAR

Le fait du sport

CONSTITUANTS ANALYTIQUES

Protéines brutes	10 %
Matières grasses brutes	2 %
Cellulose brute	21 %
Cendres brutes	8 %
Humidité	10 %
Vitamine A	5000 UI/kg
Vitamine D3	1000 UI/kg
Vitamine E	50 mg/kg

Tous les autres éléments vitamines (K, B1, B2, B5, B6, B12, PP, choline, biotine, acide folique), macro éléments (potassium, sodium, magnésium) et oligo-éléments (cobalt, fer, iode, manganèse, sélénium, zinc) sont

Glucides (E.N.A)	49 %
dont Amidon	18,5 %
Sucres	4,2 %
Lignine	4,5 %
Cuivre	10 mg/kg
Ca	10000 mg/kg
P	6000 mg/kg
Ca/P	1,7

apportés en quantité suffisante mais non excessive dans nos aliments. C'est pourquoi, en cas d'excès ou de carence, nous vous conseillons de consulter votre vétérinaire.

MODE D'EMPLOI

La ration est à fractionner de préférence en : 3 repas pour des quantités inférieures à 10 L / jour. 4 repas pour des quantités supérieures à 10 L / jour. Calcul de la ration journalière du cheval adulte validée par plus de 30 ans d'expérience.

La ration de base est fonction du poids du cheval : 1 kg par 100 kg de poids vif : soit pour un cheval de 400 kg : 4 kg. Vient s'y adjoindre un supplément en fonction du travail effectué : 1/2 kg par heure de travail constitue une bonne moyenne.

POIDS CHEVAL	NOMBRE D'HEURES DE TRAVAIL QUOTIDIEN			
	0	1	2	(*)
350	3.5 kg	4 kg	4.5 kg	
400	4 kg	4.5 kg	5 kg	
450	4.5 kg	5 kg	5.5 kg	
500	5 kg	5.5 kg	6 kg	

Au delà de 2 heures de travail, il est conseillé d'utiliser un aliment plus énergétique ou le cas échéant de compléter la ration en céréales.

1 litre de granulés pèse 650 g environ. Ce tableau est donné à titre indicatif. Il ne remplace pas "l'oeil du soigneur".

PANACHE COMPETITION

COMPOSITION

- Grains d'orge, flocons de maïs, grains d'avoine
- Flocons de graines de soja
- Foin de graminées, paille, carottes rondelles, armoise, anis vert
- Luzerne déshydratée
- Son
- Caroubes concassées
- Minéraux
- Tourteaux de soja 50

Ingrédient indiqué individuellement conformément à la législation européenne, les différents groupes d'aliments sont cités par ordre d'importance pondérale décroissant.

GARANTIES

Aliment exempt de mélasse, pulpe de fruits, pépins de raisins, et de toute substance chimique médicamenteuse, stabilisante et colorante.

Nos formules ne sont composées que d'ingrédients naturels dont l'origine et la quantité restent fixes en toute circonstance.

GARANTISTIQUES

Mélanges appétissants au goût carotte, les produit " PANACHE " sont appréciés par vos champions en état de stress. PANACHE COMPETITION offre un équilibre en glucides, lipides et un enrichissement en L-Carnitine, proche parent des acides aminés qui améliore

la vitesse de combustion des graisses. Il correspond aux activités demandant des efforts courts et modérément longs. Sa teneur en cellulose est étudiée pour permettre une assez large utilisation.

CONSTITUANTS ANALYTIQUES

Protéines brutes	12 %
Matières grasses brutes	6 %
Cellulose brute	17 %
Cendres brutes	6,5 %
Humidité	10 %
Vitamine A	5000 UI/kg
Vitamine D3	1000 UI/kg
Vitamine E	50 mg/kg

Tous les autres éléments vitamines (K, B1, B2, B5, B6, B12, PP, choline, biotine, acide folique), macro éléments (potassium, sodium, magnésium) et oligo-éléments (cobalt, fer, iode, manganèse, sélénium, zinc)

Glucides (E.N.A)	44 %
Ca	6000 mg/kg
Cuivre	15 mg/kg
P	9000 mg/kg
Ca/P	1,5
Carnitine	320 mg/kg

sont apportés en quantité suffisante mais non excessive dans nos aliments. C'est pourquoi, en cas d'excès ou de carence, nous vous conseillons de consulter votre vétérinaire.

MODE D'EMPLOI

Panache Compétition remplace tout ou partie de la ration habituelle, selon le

type d'effort qu'exige l'activité que pratique le cheval concerné.

PANACHE COMPETITION EN kg + ALIMENT DE BASE EN kg

POIDS CHEVAL	ENTRETIEN	MODEREE	CDI	CCI	ENDURANCE
350	1 + 2,5	2 + 3	4 + 1,5	4 + 1,5	5,5 + 0
400	1 + 3	2 + 3,5	4 + 2	4 + 2	6 + 0
450	1 + 3,5	2 + 4	4 + 2,5	4 + 2,5	6,5 + 0
500	1 + 4	2 + 4,5	4 + 3	4 + 3	7 + 0

1 Litre de Panache Compétition pèse 480 g environ.

Panache compétition est plus particulièrement destiné aux activités suivantes :

- CSI : Concours de Saut International;
- CD: Concours de Dressage;
- CCE: Concours complet d'Equitation Distance moyenne;

Autres disciplines : Horse Ball, voltige, polo, course, ect... Pour tout renseignement spécifique, consultez notre service commercial.

Ce tableau est donné à titre indicatif. Il ne remplace pas " l'oeil du soigneur ".



UAR

Le fait du sport

ANNEXE VI.b - Brochure des aliments Destrier

DESTRIER COMPETITION

*Aliment Complet destiné aux Chevaux pratiquant la compétition de haut niveau et soumis à des efforts très intenses : courses, CSO, CCE, CD, attelage, endurance, horse-ball, polo...
De par la présence de céréales floconnées (20 % avoine noire, 20 % orge, 10 % maïs),
DESTRIER COMPETITION est particulièrement appétent, assimilable et digeste.
Les granulés apportent les protéines de qualité, les vitamines, minéraux et oligo-éléments indispensables à l'obtention de hautes performances*

• Mode d'emploi

Distribuer DESTRIER COMPETITION en 2 ou 3 repas/jour avec de l'eau propre non glacée à volonté. Pour les chevaux logés sur litière inerte (tourbe, copeaux de bois...) nous recommandons de distribuer quotidiennement 2 à 3 kg de paille ou de foin de graminées.

Consommations à prévoir en kg/cheval/jour

Poids vif du cheval	300 kg	400 kg	500 kg	600 kg
Activité normale (travail modéré)	3 à 4	3,5 à 4,5	4 à 5	5 à 6
Activité plus intense	4 à 5	4,5 à 5,5	5 à 6	6 à 7
Activité soutenue	5 à 6	5,5 à 6,5	6 à 7	7 à 8
Activité très intense (type période de compétition intensive)	5,5 à 6,5	6,5 à 7,5	7 à 8	8 à 9

Densité moyenne de l'aliment : 1 l = 0,500 kg

Les quantités recommandées ci-dessus sont indicatives et sont à moduler en fonction de l'état et du tempérament de l'animal. Dans tous les cas, les transitions doivent s'effectuer progressivement.

• Caractéristiques

Afin de présenter une qualité constante et garantie les aliments DESTRIER sont formulés et fabriqués selon un cahier des charges très précis, à partir de matières premières* rigoureusement sélectionnées sur leurs caractéristiques nutritives** et bactériologiques systématiquement contrôlées par le laboratoire d'analyse de l'UCAAB.

La technique du floconnage permet une amélioration notable de la valeur alimentaire. L'ingestion est meilleure tout en étant étalée au cours de la journée. Le transit digestif est plus régulier. La digestion des grains est plus complète et est mieux valorisée par l'animal.

Teneurs analytiques moyennes

Humidité	12 %	Cellulose brute	11 %
Protéines brutes	13 %	Cendres brutes	8 %
Matières grasses brutes	3 %		

Supplémentations au kg brut

Vitamines :		Oligo-éléments :	
Vitamine A	8 000 UI	Fer	30 mg
Vitamine D3	1 600 UI	Zinc	100 mg
Vitamine E	30 mg	Manganèse	45 mg
Vitamine B1	5 mg	Cuivre	25 mg

* Céréales, produits laitiers, tourteaux déshydratés, mélasse, matières grasses, composé minéral vitaminisé UCAAB.

** Teneurs en hydrates de carbone, amidon, sucres totaux, cellulose, lignine... Teneurs en protéines, acides aminés indispensables... Teneurs en matières grasses, matières minérales etc...

• Informations pour l'utilisateur (au kg brut)

UFC	0,91	Calcium	8 g
MADC	94 g	Phosphore	5 g

DESTRIER COMPETITION est également enrichi en Sodium (4 g/kg) en Magnésium (1 g/kg).

— en Iode (0,3 mg/kg), Cobalt (0,3 mg/kg), Sélénium (0,3 mg/kg).

— en vitamines : B2, Pantothénate, B6, B12, PP, Acide folique, Chlorure de Choline, Biotine.

toutes substances indispensables à la santé et à l'équilibre des chevaux.

DESTRIER YEARLING

Aliment Complémentaire de fourrages, conçu pour répondre aux besoins de croissance spécifiques des Poulains du sevrage à un an et des Yearling.

Une attention particulière a été portée à la qualité de ses protéines (teneurs en acides aminés essentiels tels que lysine, méthionine,...), à son équilibre en minéraux et vitamines.

• Mode d'emploi

Distribuer DESTRIER YEARLING en complément de fourrages de bonne qualité avec de l'eau propre non glacée à volonté, en 2 ou 3 repas journaliers.

Consommations à prévoir en kg/cheval/jour

	DESTRIER YEARLING (kg/j)	Proportions de la ration brute (%)	
		DESTRIER	FOIN
Poulain 6 mois	4,5	70	30
Yearling 12 mois : futurs chevaux de selle futurs chevaux de course	2,5 à 3	40	60
	2,5 à 3	45	55
Yearling 18 mois : futurs chevaux de selle futurs chevaux de course	3	40	60
	4,5	50	50
Jeunes 24 mois : Jeunes chevaux de selle Jeunes chevaux de course	3	35	65
	4,5	50	50

Densité moyenne de l'aliment : 1 l = 0,650 kg

Les quantités sont à moduler en fonction du poids de l'animal et leurs variations (augmentation ou diminution en fonction du stade physiologique des animaux) doivent être effectuées progressivement.

• Caractéristiques

Afin de présenter une qualité constante et garantie les aliments DESTRIER sont formulés et fabriqués selon un cahier des charges très précis, à partir de matières premières* rigoureusement sélectionnées sur leurs caractéristiques nutritives** et bactériologiques systématiquement contrôlées par le laboratoire d'analyse de l'UCAAB.

Teneurs analytiques moyennes

Humidité	12 %	Cellulose brute	9 %
Protéines brutes	15 %	Cendres brutes	9 %
Matières grasses brutes	3 %		

Supplémentations au kg brut

Vitamines :		Oligo-éléments :	
Vitamine A	12 000 UI	Fer	45 mg
Vitamine D3	2 400 UI	Zinc	150 mg
Vitamine E	45 mg	Manganèse	67 mg
Vitamine B1	7,5 mg	Cuivre	37 mg

* Céréales, protéagineux, fourrages déshydratés, mélasse, matières grasses, composé minéral vitaminisé UCAAB...

** Teneurs en hydrates de carbone, amidon, sucres totaux, cellulose, lignine... Teneurs en protéines, acides aminés indispensables... Teneurs en matières grasses, matières minérales et...

• Informations pour l'utilisateur (au kg brut)

UFC	0,90	Calcium	8 g
MADC	120 g	Phosphore	5,5 g
Lysine	6 g		

DESTRIER YEARLING est également enrichi en Sodium (5 g/kg) en Magnésium (1,5 g/kg).

— en Iode (0,45 mg/kg), Cobalt (0,45 mg/kg), Sélénium (0,45 mg/kg).

— en vitamines : B2, Pantothénate, B6, B12, PP, Acide folique, Chlorure de Choline, Biotine.

toutes substances indispensables au bon équilibre de la ration des poulains du sevrage à un an et des yearlings.

ANNEXE VI.b - Brochure des aliments Destrier

DESTRIER BLOC

Aliment Minéral Vitaminisé destiné aux Chevaux.

DESTRIER BLOC est un BLOC A LECHER conçu pour tous les chevaux et poneys en liberté au pâturage.

Riche en minéraux, oligo-éléments et vitamines, il valorise les fourrages consommés et les complémente en énergie et protéines.

• Mode d'emploi

ATTENTION

DESTRIER BLOC n'est pas un aliment complet.

Les chevaux et poneys devront impérativement avoir à leur disposition en permanence :

- de l'eau de boisson à volonté.
- des fourrages verts ou conservés en libre-service.

Mise à disposition

- prévoir une consommation moyenne de 200 grammes/jour/tête de **DESTRIER BLOC** par 100 kg de poids vif.
soit 1 000 g/jour pour un cheval de 500 kg
ou 500 g/jour pour un poney de 250 kg
ou 250 g/jour pour un poney de petite taille.

- on facilitera l'accès à **DESTRIER BLOC** en prévoyant 1 bloc pour 3 chevaux ou poneys. à placer à des distances suffisantes les uns des autres pour éviter les conflits entre individus dominants et dominés.

• Caractéristiques

Teneurs analytiques moyennes

Humidité	12 %	Calcium	6 ‰
Protéine brute	11 %	Phosphore	2 ‰
Matières grasses brutes	3 %	Sodium	6 ‰
Cellulose brute	5 %	Magnésium	3 ‰
Cendres brutes	46 %		

Supplémentations au kg brut

Vitamines :		Oligo-éléments :	
Vitamine A	37 500 UI	Zinc	600 mg
Vitamine D3	5 000 UI	Manganèse	500 mg
Vitamine E	300 UI	Fer	100 mg
		Cuivre	50 mg

• Informations pour l'utilisateur (au kg brut)

UFC	0,50	MADC	90 g
-----------	------	------------	------

DESTRIER BLOC est également enrichi en :

- Iode (13 mg/kg), Cobalt (1 mg/kg), Sélénium (2 mg/kg).

HORSY

— Croquettes granulées —

“Activité modérée, l'équilibre nutritionnel de mon cheval et de mon poney”

RECOMMANDATIONS

HORSY est un aliment composé vitaminisé complet, en croquettes granulées, destiné aux chevaux et aux poneys effectuant un travail de promenade, de concours ou d'instruction. HORSY peut être distribué seul ou en ration mixte avec des céréales.

MODE D'EMPLOI

HORSY est à substituer progressivement, pendant trois à cinq jours, à la ration habituelle. Fractionner de préférence en 2 ou mieux 3 repas avec de l'eau pure à volonté. La formule d'HORSY est compatible avec un apport régulier de fourrages.

CONSUMMATIONS A PREVOIR PAR JOUR

HORSY + foin	
Chevaux :	7.8 à 15.6 litres (5 à 10 Kg environ)
Poneys :	3.7 à 10 litres (2.4 à 6.5 Kg environ)
HORSY + foin + céréales	
Chevaux :	4.6 à 8.6 litres (3 à 5.5 Kg environ)
Poneys :	1.9 à 5 litres (1.2 à 3.2 Kg environ)

COMPOSANTS

Orge, avoine, pulpes, luzerne déshydratée, son fin, mélasse de canne.

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES AU KG BRUT

Matières protéiques brutes	12.0 %
Matières grasses brutes	2.0 %
Cellulose brute	18.0 %
Cendres brutes	8.5 %
Humidité	11.5 %
Calcium	13.5 g
Phosphore	4.5 g

VITAMINES AU KG BRUT (garantie 8 mois)

VITAMINE A :	10 000 UI	VITAMINE B2 :	3 mg
VITAMINE D3 :	1 500 UI	VITAMINE B12 :	0.028 mg
VITAMINE E :	15 UI	VITAMINE PP :	20 mg
VITAMINE B1 :	5 mg	Panthothénate de calcium (B3) :	10 mg
CHOLINE :	140 mg		

VALEURS NUTRITIVES INDICATIVES

	Au kg brut	Au Kg de matière sèche
Unité fourragère cheval	0.65 UFC	0.73 UFC
Energie digestible cheval	2 080 Kcal	2 350 Kcal
Matière azotée digestible cheval	86 g	97 g

HORSY est enrichi en sodium, magnésium, potassium et en oligo-éléments = fer, sélénium, cobalt, cuivre, iode, soufre, zinc.

FLEKY

— Flocons et croquettes granulées —

“Un savoureux mélange de flocons de céréales pour satisfaire les besoins de mon cheval”

RECOMMANDATIONS

FLEKY est un aliment composé vitaminisé complet, en flocons et croquettes granulées, destiné aux chevaux.

MODE D'EMPLOI

FLEKY se distribue en alimentation complète, à l'exclusion de tout autre apport sauf du foin ou de la paille. FLEKY peut être distribué à titre de complément d'une alimentation ou pré ou traditionnelle (céréales) en ajustant les quantités selon les besoins.

EXEMPLES DE RATIONS EN KG ET LITRE PAR JOUR

Chevaux de sport adulte de 500 Kg	
Entretien (repos) : 3 Kg de foin + 3 Kg de FLEKY (6.6 litres)	
Activité légère : 4 Kg de foin + 5.5 Kg de FLEKY (12 litres)	
Activité soutenue : 4 Kg de foin + 7 Kg de FLEKY (15 litres)	

Programme d'élevage

FLEKY sera distribué en complément de la ration de base (foin et/ou céréales) ou d'une alimentation au pré, en respectant les apports nutritifs de la ration de base et en ajustant la distribution journalière de FLEKY en fonction des besoins nutritifs correspondant à la période de gestation, lactation, croissance ou monte. Il conviendra d'équilibrer la ration sur le plan des minéraux, vitamines et oligo-éléments, en distribuant le complément minéral vitaminisé CMV + Paciflor.

COMPOSANTS

Flocons de céréales : avoine, orge, maïs.
Croquettes granulées : avoine, orge, luzerne déshydratée, son fin, pulpes, mélasse, sels minéraux.

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES AU KG BRUT

Matières protéiques brutes :	12.5 %	Humidité :	11.5 %
Matières grasses brutes :	3.4 %	Calcium :	8.0 g
Cellulose brute :	14.0 %	Phosphore :	4.0 g
Cendres brutes :	7.5 %		

VITAMINES AU KG BRUT (garantie 8 mois)

VITAMINE A :	8 000 UI	VITAMINE E :	15 UI
VITAMINE D3 :	900 UI		

VALEURS NUTRITIVES INDICATIVES

	Au kg brut	Au Kg de matière sèche
Unité fourragère cheval	0.85 UFC	0.96 UFC
Energie digestible cheval	2 720 Kcal	3 073 Kcal
Matière azotée digestible cheval	94 g	106 g

FLEKY est enrichi en sodium, magnésium, potassium et en oligo-éléments = fer, sélénium, cobalt, cuivre, iode, soufre, zinc.

TRADITION

— Flocons et croquettes granulées —

“Mélange sucré de flocons de céréales pour un cheval au top de sa forme”

RECOMMANDATIONS

TRADITION est un aliment composé vitaminisé complet, en flocons et croquettes granulées, destiné aux chevaux de sport, de compétition, de loisir et d'élevage.

PACIFLOR-BIOREGULATEUR

PACIFLOR est un biorégulateur qui maintient l'équilibre microbiologique du tube digestif. Il stabilise la flore intestinale et s'oppose ainsi aux développements d'entérobactéries pathogènes. PACIFLOR améliore l'efficacité de la ration et évite les déséquilibres de la flore intestinale suite aux traitements antibiotiques. PACIFLOR améliore l'appétit chez la jument après la mise bas.

MODE D'EMPLOI

TRADITION se distribue en alimentation complète, à l'exclusion de tout autre apport, sauf éventuellement de la paille ou du foin grossier. TRADITION peut être distribué à titre de complément d'une alimentation au pré ou traditionnelle, en ajustant les quantités selon les besoins.

CONSUMMATIONS A PREVOIR PAR JOUR

11 à 18 litres (5 à 8 Kg environ) en fonction du poids, de l'état et de l'activité.

COMPOSANTS

Flocons de céréales : avoine, orge, maïs. Carottes déshydratées.
Croquettes granulées : avoine, orge, luzerne déshydratée, tourteau de soja, son fin, pulpes, mélasse de canne, sels minéraux.
TRADITION contient le PACIFLOR-BIOREGULATEUR.

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES AU KG BRUT

Matières protéiques brutes :	13.5 %	Humidité :	12.0 %
Matières grasses brutes :	3.5 %	Calcium :	8.0 g
Cellulose brute :	13.0 %	Phosphore :	5.0 g
Cendres brutes :	7.0 %		

VITAMINES AU KG BRUT (garantie 8 mois)

VITAMINE A :	10 000 UI	VITAMINE B2 :	3 mg
VITAMINE D3 :	1 500 UI	VITAMINE B12 :	0.028 mg
VITAMINE E :	15 UI	VITAMINE PP :	20 mg
VITAMINE B1 :	5 mg	Panthothénate de calcium (B3) :	10 mg
CHOLINE :	140 mg		

PACIFLOR (Bacillus CIP 5832) 2.24 milliards au minimum - CFU spores revivifiables par Kg brut.

VALEURS NUTRITIVES INDICATIVES

	Au kg brut	Au Kg de matière sèche
Unité fourragère cheval	0.90 UFC	1.02 UFC
Energie digestible cheval	2 880 Kcal	3 273 Kcal
Matière azotée digestible cheval	100 g	113.6 g

TRADITION est enrichi en sodium, magnésium, potassium et en oligo-éléments = fer, sélénium, cobalt, cuivre, iode, soufre, zinc.

FRINGAN-FIRST

Croquettes granulées

*"L'équilibre et le bien-être
de mon cheval au quotidien"*

RECOMMANDATIONS

FRINGAN-FIRST est un aliment composé vitaminisé complet, en croquettes granulées, destiné aux chevaux de sport.

MODE D'EMPLOI

FRINGAN-FIRST se distribue en 2 ou mieux 3 repas par jour avec de l'eau pure à volonté.

CONSOUMATIONS A PREVOIR PAR JOUR

4 à 13 litres (3 à 8.5 Kg environ)

COMPOSANTS

Orge, avoine, son fin, luzerne déshydratée, pulpes, mélasse de canne.

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES AU KG BRUT

Matières protéiques brutes.....	11.5%
Matières grasses brutes.....	2.0%
Cellulose brute.....	15.0%
Cendres brutes.....	9.0%
Humidité.....	11.5%
Calcium.....	11.5 g
Phosphore.....	5.0 g

VITAMINES AU KG BRUT (garantie 8 mois)

VITAMINE A :	10 000 UI	VITAMINE B2 :	3 mg
VITAMINE D3 :	1 500 UI	VITAMINE B12 :	0.028 mg
VITAMINE E :	15 UI	VITAMINE PP :	20 mg
VITAMINE B1 :	5 mg	Panthothénate de calcium (B3) : ..	10 mg
CHOLINE :	140 mg		

VALEURS NUTRITIVES INDICATIVES

	Au kg brut	Au Kg de matière sèche
Unité fourragère cheval	0.70 UFC	0.79 UFC
Energie digestible cheval	2 240 Kcal	2 531 Kcal
Matière azotée digestible cheval	83 g	94 g

FRINGAN-FIRST est enrichi en sodium, magnésium, potassium et en oligo-éléments = fer, sélénium, cobalt, cuivre, iode, soufre, zinc.

SUPERFORM

Croquettes granulées

*"Plus de tonus avant, pendant
et après les efforts intensifs"*

RECOMMANDATIONS

SUPERFORM est un aliment composé vitaminisé complet, en croquettes granulées, destiné aux chevaux effectuant un travail soutenu.

MODE D'EMPLOI

SUPERFORM se distribue en 2 ou mieux 3 repas par jour avec de l'eau pure à volonté. Pour les chevaux sur tourbe ou copeaux, nous recommandons la distribution quotidienne de 3 à 4 Kg de foin de graminées.

CONSOUMATIONS A PREVOIR PAR JOUR

4.9 à 11.7 litres (3.4 à 8 Kg environ)

COMPOSANTS

Orge, avoine, son fin, luzerne déshydratée, pulpes, tourteaux de tournesol, mélasse de canne, matière grasse végétale.

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES AU KG BRUT

Matières protéiques brutes.....	12.0%
Matières grasses brutes.....	3.0%
Cellulose brute.....	13.0%
Cendres brutes.....	8.0%
Humidité.....	11.5%
Calcium.....	10.0 g
Phosphore.....	6.0 g
Rapport CA/P.....	1.66

VITAMINES AU KG BRUT (garantie 8 mois)

VITAMINE A :	10 000 UI	VITAMINE B2 :	3 mg
VITAMINE D3 :	1 500 UI	VITAMINE B12 :	0.028 mg
VITAMINE E :	15 UI	VITAMINE PP :	20 mg
VITAMINE B1 :	5 mg	Panthothénate de calcium (B3) : ..	10 mg
CHOLINE :	140 mg		

VALEURS NUTRITIVES INDICATIVES

	Au kg brut	Au Kg de matière sèche
Unité fourragère cheval	0.80 UFC	0.90 UFC
Energie digestible cheval	2 560 Kcal	2 893 Kcal
Matière azotée digestible cheval	86 g	97 g

SUPERFORM est enrichi en sodium, magnésium, potassium et en oligo-éléments = fer, sélénium, cobalt, cuivre, iode, soufre, zinc.

HARAS-STUD

Croquettes granulées

*"Plus de réussite dans votre élevage avec
des juments et des poulains en pleine forme"*

RECOMMANDATIONS

HARAS-STUD est un aliment composé vitaminisé, en croquettes granulées, complémentaire de céréales et de fourrages, destiné aux poulinières pleines et suitées, aux étalons et aux poulains.

CONSOUMATIONS A PREVOIR PAR JOUR

Poulains avant sevrage :

500 g au début (0.7 litre), 1 kg vers 2 mois (1.4 litre)

2 Kg vers 4 mois (2.8 litres), 3 Kg vers 6 mois (4.2 litres)

Poulains après sevrage :

1.7 à 4.5 Kg suivant l'âge et la saison (2.4 à 6.4 litres)

Poulinières pleines :

3 à 5.5 Kg (4.2 à 7.8 litres) suivant la lactation

Etalons :

2.5 à 6 Kg (3.5 à 8.5 litres) suivant le modèle et la saison (repos ou monte)

COMPOSANTS

Orge, avoine, son fin, luzerne déshydratée, pulpes, tourteau de soja, mélasse de canne, matière grasse végétale.

CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES AU KG BRUT

Matières protéiques brutes.....	15.5%
Matières grasses brutes.....	3.0%
Cellulose brute.....	12.5%
Cendres brutes.....	8.0%
Humidité.....	11.5%
Calcium.....	14.0 g
Phosphore.....	6.0 g

VITAMINES AU KG BRUT (garantie 8 mois)

VITAMINE A :	10 000 UI	VITAMINE B2 :	3 mg
VITAMINE D3 :	1 500 UI	VITAMINE B12 :	0.028 mg
VITAMINE E :	15 UI	VITAMINE PP :	20 mg
VITAMINE B1 :	5 mg	Panthothénate de calcium (B3) : ..	10 mg
CHOLINE :	140 mg		

VALEURS NUTRITIVES INDICATIVES

	Au kg brut	Au Kg de matière sèche
Unité fourragère cheval	0.85 UFC	0.96 UFC
Energie digestible cheval	2 750 Kcal	3 107 Kcal
Matière azotée digestible cheval	111.5 g	126 g

HARAS-STUD est enrichi en sodium, magnésium, potassium et en oligo-éléments = fer, sélénium, cobalt, cuivre, iode, soufre, zinc.

Alfa-A

Dengle

Alfa-A, mélangé à la ration quotidienne des chevaux et des poneys, apporte des fibres digestibles qui libèrent de l'énergie et améliore la valeur nutritionnelle de la ration totale.
Alfa-A augmente la salivation et le temps d'ingestion des aliments concentrés ou des céréales.

Alfa-A est le fruit de la recherche scientifique en nutrition équine.
Alfa-A est contrôlé et ne contient aucune substance prohibée par les règlements de la F.E.I et du Jockey-Club de Grande-Bretagne.

En mélange avec l'aliment concentré		Conseils d'utilisation : suivant l'alimentation (en kg/jour)	En mélange avec les céréales	
Aliments concentrés	Alfa-A		Alfa-A	Céréales
3 4	3 3	poulinières en fin de gestation en lactation	3 3	3 4
3 4	2,5 3	poulains foal yearling	2,5 3	2 3
4 5 5 3	3 3 3 3	chevaux de loisirs de concours de course (galop) de course (trot)	3 3 2,5 3	5 6 7 6
1 à 3	1 à 2	ponesys	1 à 2	1,5 à 4

Ces quantités sont à moduler en fonction du poids des animaux, de la valeur nutritive des céréales et des aliments concentrés.

Valeurs analytiques indicatives (au kg brut) :

Cellulose brute : 32 %	Cendres brutes : 9,5 %	UFC : 0,59
Protéines brutes : 15 %	Matières grasses : 2,5 %	MADC : 112,5 g
Humidité : 15 %	Potassium : 2,36%	Calcium : 16 g
Saccharose (sucres) : 11,6%	Sodium : 0,13%	Phosphore : 3 g



Alfa-A : marque déposée Dengle Crops Ltd.
Alfa-A est fabriqué par Dengle Crops Ltd, Hall Road, Ashelham, Southminster CM0 7JF - England



Hippoluz

Hippoluz est conditionné en balle de 300 kg environ, cerclée de plastique et entourée d'un filet de protection (il n'y a donc aucun lien métallique).

Hippoluz apporte des fibres à la ration quotidienne des chevaux et des poneys. La luzerne déshydratée en brins longs conserve sa richesse naturelle en protéines, en

calcium et en vitamines. Hippoluz est un produit appétent et très digestible, qui améliore la ration quotidienne et remplace le foin.

La valeur alimentaire d'Hippoluz est constante ; il est ainsi possible d'établir précisément une ration équilibrée.

Tableau comparatif avec un foin de pré :

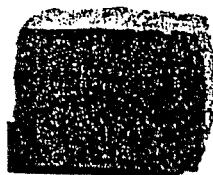
	Hippoluz (kg/j)	Foin de pré (kg/j)
chevaux d'élevage	3 à 4	6 à 8
chevaux de loisirs	2 à 4	4 à 8
chevaux de concours	2 à 3	4 à 6
chevaux de course	1 à 3	2 à 6
ponesys	1 à 2	2 à 4

Ces quantités sont à moduler selon l'alimentation quotidienne de chaque animal.

Valeurs analytiques indicatives (au kg brut) :

Cellulose brute : 26-30 %
Protéines brutes : 14 %

UFC	: 0,60
MADC	: 112 g
Calcium	: 27 g
Phosphore	: 3 g



© marque déposée France Luzerne
Hippoluz est fabriqué par France Luzerne



Hi-Fi

Dengie

Hi-Fi, mélangé à la ration quotidienne des chevaux et poneys, s'utilise en remplacement du foin. Il améliore la valeur nutritive des repas.

Hi-Fi augmente la mastication et le temps d'ingestion de chaque repas, en améliorant le transit intestinal du cheval et du poney.

Hi-Fi est le fruit de la recherche scientifique en nutrition équine.

Hi-Fi est contrôlé et ne contient aucune substance prohibée par les règlements de la FEI et du Jockey Club de Grande-Bretagne.

En mélange avec l'aliment concentré		Conseils d'utilisation : suivant l'alimentation (en kg/jour)	En mélange avec les céréales	
Aliments concentrés	Hi-Fi		Hi-Fi	Céréales
3 4	4 6	poulinières en fin de gestation en lactation	4 6	4 6
2 3	3 5	poulains foal yearling	3 5	2,5 3
3 5 4 3	4 4 3 3	chevaux de loisirs de concours de course (galop) de course (trot)	4 4 3 3	4 6 7 6
1 à 3	2 à 3	poneys	2 à 3	1.5 à 3

Ces quantités sont à moduler en fonction du poids des animaux, de la valeur nutritive des céréales et des aliments concentrés.

Valeurs analytiques indicatives (au kg brut) :

Cellulose brute : 38 %	Cendres brutes : 9 %	UFC : 0,41
Humidité : 15 %	Matières grasses : 2 %	MADC : 80 g
Protéines brutes : 10,5 %	Potassium : 1,2 %	Calcium : 10 g
Saccharose (sucres) : 9,7 %	Sodium : 0,05 %	Phosphore : 2 g



Hi-Fi: marque déposée Dengie Crops Ltd
Hi-Fi est fabriquée par Dengie Crops Ltd, Hall Road, Asheldham, Southminster CMO 7JF - England



B.P. 149 - 51008 CHALONS EN CHAMPAGNE - Tél : 03 26 68 65 00 - Fax : 03 26 68 65 21

ANNEXE VII : Liste non exhaustive d'aliments pour chevaux avec les sociétés qui les produisent

Produits :

Société ou établissement:

Sanders	SANDERS,
Destrier	UCAAB
Royal Horse	GUYOMARCH
Derby, Alimo	SOFRADA, société française d'alimentation animale
Purina	RALSTON PURINA
Hippomar	C ^{IE} FRANÇAISE DE NUTRITION ANIMALE
Spillers	SPILLERS VIGALA + COOPAGRI BRETAGNE
U A R	U A R
Equinor, Yearling	UCANOR
Dynavena	SOPRAL
Equilibre	SA EQUILIBRE
Extral	Ets PIETREMENT
Caval	THIBON Frères
Bento-Horse	ALIMEX VERVELELAGA
Alimax	Ets ROBIN
Burggraf Becker Purina	BURGGRAF BECKER SA
Troffy	COSTIMEX, Groupe Soufflet
Floceli	Ets J.P. DUPETIT
Deltathlèt'	DELTAZUR
Vital Horse	SA NOVALIMENT
Lambey	LAMBHEY SA
Fourrages :	
Les aliments France Luzerne	FRANCE LUZERNE UCAB

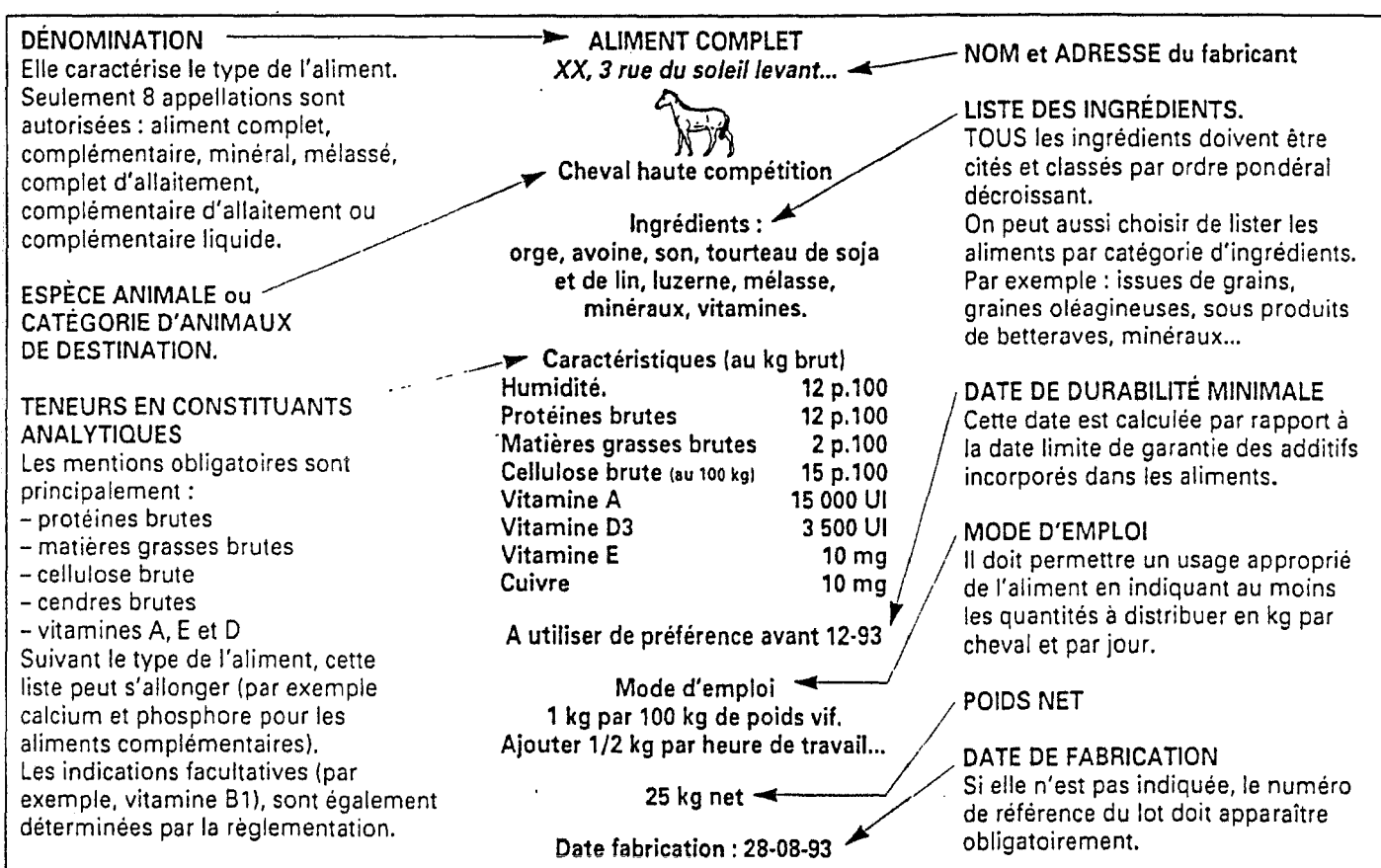
ANNEXE VIII - Exemples des mentions d'étiquetage d'aliments simples (tourteaux)

Numéro et Dénomination	Caractéristiques	Mentions d'étiquetage	
		Obligatoires	Facultatives
I 1. Tourteau de pression d'amandes de palme de macoya	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir de graines séparées de leur pulpe des espèces suivantes de palmier macoya : <i>Acrocomia sclerocarpa</i> Mart. et <i>Acrocomia totai</i> Mart	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 2. Tourteau d'extraction d'amandes de palme de macoya	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction à partir de graines séparées de leur pulpe des espèces de palmier macoya	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes
I 3. Tourteau de pression de pulpe de palme de macoya	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir de pulpes de palme de macoya	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 4. Tourteau de pression d'arachide décortiquée	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression de graines d'arachide <i>Arachis hypogaea</i> et d'autres espèces d' <i>Arachis</i> décortiquées	-id-	Cendres brutes Humidité

ANNEXE VIII - Exemples des mentions d'étiquetage d'aliments simples (tourteaux)

Numéro et Dénomination	Caractéristiques	Mentions d'étiquetage	
		Obligatoires	Facultatives
I 5. Tourteau d'extraction d'arachide décortiquée	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction à partir de graines d'arachides décortiquées	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes
I 6. Tourteau de pression d'arachide partiellement décortiquée	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir de graines d'arachides partiellement décortiquées	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 7. Tourteau d'extraction d'arachide partiellement décortiquée	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction à partir de graines d'arachides partiellement décortiquées	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes
I 8. Tourteau de pression de coiza	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir de graines de coiza <i>Brassica napus</i> L. ssp. <i>oleifera</i> (Metzg) Sinsk., de sarson indien <i>Brassica napus</i> L. var <i>glauca</i> (Roxb.) o. E. Schulz, ainsi que de navette <i>Brassica campestris</i> L. ssp. <i>oleifera</i> (Metzg.) Sinsk	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 9. Tourteau d'extraction de coiza	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction, à partir de graines de coiza, de sarson indien ainsi que de navette	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes
I 10. Tourteau de pression de copran	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir d'amandes (endosperme) séchées recouvertes de l'enveloppe de la graine (tegument) du cocotier <i>Cocos nucifera</i> L	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 11. Tourteau d'extraction de copran	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction à partir d'amandes (endosperme) séchées recouvertes de l'enveloppe de la graine (tegument) du cocotier	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes
I 12. Tourteau de pression de palmiste	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir de noix de palme débarrassées autant que possible de leurs enveloppes ligneuses des espèces de palmier à huile <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. et <i>Corozo oleifera</i> (H.B.K.) - L.H. Bailey <i>Elaeis melanococca</i> auct.)	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 13. Tourteau d'extraction de palmiste	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction à partir de noix de palme débarrassées autant que possible de leurs enveloppes ligneuses des espèces de palmier à huile	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes
I 14. Tourteau de pression de soja	Sous-produit d'huilerie obtenu par pression à partir de graines de soja <i>Glycine max</i> L. Merr	Protéine brute Cellulose brute Matières grasses brutes	Cendres brutes Humidité
I 15. Tourteau d'extraction de soja cuit	Sous-produit d'huilerie obtenu par extraction à partir de graines de soja ayant subi un traitement thermique approprié	Protéine brute Cellulose brute	Cendres brutes Humidité Matières grasses brutes

ANNEXE IX - Modèle de présentation d'une étiquette pour un aliment complet



ANNEXE X - Exemples des mentions d'étiquetage d'aliments composés

Aliments pour animaux	Constituants analytiques	Espèce animale ou catégories d'animaux	
		Mentions obligatoires selon l'article 15 f (voir n° 41-69)	Mentions facultatives selon l'article 16 j (voir n° 41-70)
1	2	3	4
Aliments complets	Protéine brute Matières grasses brutes	Animaux, à l'exception des animaux familiers autres que les chiens et les chats	Animaux familiers autres que les chiens et les chats
	Cellulose brute Cendres brutes Lysine Méthionine Cystine Thréonine Tryptophane Valeur énergétique	Porcs Volailles	Animaux autres que les porcs Animaux autres que les volailles
	Amidon Sucres totaux (saccharose) Sucres totaux + amidon Calcium Sodium Phosphore Magnésium Potassium	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	Tous les animaux Volailles (indication selon la méthode de calcul fixée par arrêté conjoint des Ministres chargés de la Consommation et de l'Agriculture) (voir n° 41-70) Porcs et ruminants (indication selon la méthode de calcul fixée par arrêté conjoint des Ministres chargés de la Consommation et de l'Agriculture)
Aliments minéraux	Protéine brute Cellulose brute Cendres brutes Matières grasses brutes	..... ..... ..... .....	Tous les animaux
	Lysine Méthionine Cystine Thréonine Tryptophane Calcium Phosphore Sodium Magnésium Potassium	Tous les animaux Ruminants	Animaux autres que les ruminants Tous les animaux
Aliments mélassés	Protéine brute Cellulose brute Sucres totaux (saccharose)	Tous les animaux	
	Cendres brutes Matières grasses brutes Calcium Phosphore Sodium Potassium Magnésium ≥ 0,5 % < 0,5 %	..... ..... ..... ..... ..... ..... Ruminants	Tous les animaux Animaux autres que les ruminants Tous les animaux
Autres aliments complémentaires	Protéine brute Matières grasses brutes Cellulose brute Cendres brutes	Animaux, à l'exception des animaux familiers autres que les chiens et les chats	Animaux familiers autres que les chiens et les chats

ANNEXE X - Exemples des mentions d'étiquetage d'aliments composés

Aliments pour animaux	Constituants analytiques	Espèce animale ou catégories d'animaux	
		Mentions obligatoires selon l'article 15 / (voir n° 41-69)	Mentions facultatives selon l'article 16 / (voir n° 41-70)
1	2	3	4
	Calcium \geq 5 %	Animaux autres que les animaux familiers	Animaux familiers
	< 5 %	.....	Tous les animaux
	Phosphore \geq 2 %	Animaux autres que les animaux familiers	Animaux familiers
	< 2 %	.....	Tous les animaux
	Magnésium \geq 0,5 %	Ruminants	Animaux autres que les ruminants
	< 0,5 %	.....	Tous les animaux
	Sodium	.....	Tous les animaux
	Potassium	.....	Volailles (indication selon la méthode de calcul fixée par arrêté conjoint des Ministres chargés de la Consommation et de l'Agriculture) (voir n° 41-70)
	Valeur énergétique	.....	Porcs et ruminants (indication selon la méthode de calcul fixée par arrêté conjoint des Ministres chargés de la Consommation et de l'Agriculture)
		.....	Animaux autres que les porcs
	Lysine	Porcs	Animaux autres que les volailles
	Méthionine	Volailles	
	Cystine	.....
	Thréonine	.....
	Tryptophane	.....
	Amidon	.....	Tous les animaux
	Sucres totaux (saccharose)	.....
	Sucres totaux + amidon	.....

AUTORISATION D'IMPRESSION

ET

DE SOUTENANCE

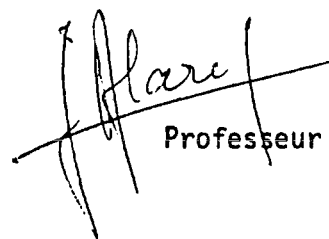
De la Thèse dont l'intitulé est :

L'alimentation du Cheval

CANDIDAT : M^{lle} Lydie JOSSERAND

Vu
GRENOBLE, le 25 Juillet 1997

Le Président du Jury



Professeur J. ALARY

Vu
GRENOBLE, le 8 septembre 1997

P/Le Président de l'Université J. Fourier -
GRENOBLE 1
Le Directeur de l'U.F.R. de Pharmacie

A faire



JOSSERAND Lydie - L'alimentation du cheval

th.D. : Pharm. : Grenoble : 1997.

RESUME

Le cheval est un animal très sensible à la nature des aliments qu'il ingère, ceci en raison de son système digestif. Il est donc nécessaire d'évaluer le mieux possible ses besoins alimentaires.

Pour l'établissement de la ration, il convient de veiller à l'équilibre de facteurs essentiels :

- les quantités consommables,
- la valeur énergétique,
- la valeur azotée,
- l'apport cellulosique (lest),
- l'apport hydrique,
- les apports vitaminiques et minéraux (calcium, phosphore, zinc et sélénium particulièrement).

Ceci est possible de par la grande variété des aliments équinés actuellement disponibles.

Cependant l'utilisation d'aliments composés complets ne doit pas se faire au détriment de l'apport en fibres, indispensable en quantité modulable, pour prévenir certaines complications.

L'aliment est donc choisi en fonction des facteurs précités, qui doivent entrer dans sa composition, de façon à convenir au cheval et au type d'activité qu'il exerce.

Les teneurs souhaitées peuvent être estimées soit par des indications figurant sur le produit, soit par des analyses, soit par les données des tables de composition.

Il ne suffit pas de connaître la composition du produit, il convient également de s'assurer de sa qualité. L'aliment doit être dépourvu de substances indésirables ou toxiques pour le cheval et de toute substance illicite conformément à la législation.

MOTS CLES

ALIMENT
CHEVAL
BESOIN

NUTRITIONNEL
ALIMENT COMPOSE
CONTROLE DE QUALITE

JURY

Président : Mlle le Pr. J. ALARY
Membres : Mme A. RAVEL
Mme K. CLAVEL

DATE DE SOUTENANCE

29 Septembre 1997

ADRESSE DE L'AUTEUR

[Données à caractère personnel]