

524395

BA.TH.1226

Université Montpellier II
Sciences et Techniques du Languedoc
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER Cedex 5

CIRAD-EMVT
TA 30 / B
Campus International de Baillarguet
34398 MONTPELLIER Cedex 5

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

**LES SOUS-PRODUITS UTILISABLES POUR
L'ALIMENTATION DES VACHES
LAITIERES, DISPONIBLES EN ASIE DU
SUD-EST**

Par

Gaëlle CORDEL

Année universitaire 2003-2004

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

CIRAD



000063939

RESUME

Les ruminants basent leur alimentation sur les ressources végétales, qu'ils valorisent grâce aux fermentations microbiennes qui se déroulent dans leur rumen. En Asie du Sud-est, les pâturages sont en quantité insuffisante et de qualité médiocre de novembre à mars. Une alimentation non appropriée diminue automatiquement les performances des vaches laitières et jouent sur la composition du lait et donc sur sa qualité. C'est pourquoi il est nécessaire de faire appel à d'autres ressources pour faire face à cette période de pénurie fourragère. Il existe dans cette région une assez grande diversité de cultures, qui laissent aussi bien des résidus lors de la récolte que des déchets de transformation, intéressants à valoriser. Les pailles de céréales, ou les fanes de légumineuses ou de manioc peuvent être utilisés comme source de fibres et doivent être complémentées par des aliments plus riches en énergie ou en protéines. Les drêches de brasserie ou de fabrication de jus de fruits ou encore les fruits refusés à la commercialisation sont de très bonnes sources énergétiques valorisables par les vaches laitières. De nombreux tourteaux et parmi les plus intéressants, les tourteaux d'arachides, de coton et de soja, ainsi que les farines de poisson permettent d'équilibrer efficacement les rations déficitaires en azote. Enfin, il existe des méthodes simples d'amélioration des fourrages pauvres, telles que le traitement à l'urée ou à la soude, qui favorisent l'ingestion et permettent de maintenir les performances et de valoriser des fourrages de qualité médiocre.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	5
I- LES SOUS PRODUITS DES CULTURES ANNUELLES	6
I-1- LES SOUS PRODUITS DES CEREALES.....	6
I-1-1- Les résidus de récolte.....	6
I-1-1-1- La paille de riz	6
I-1-1-2- Les pailles, les cimes et les feuilles de maïs.....	6
I-1-2- Les résidus de battage, ou égrenage des céréales.....	7
I-2-1-1- Les balles de riz.....	7
I-2-1-1- Les rafles de maïs	7
I-1-3- Les sous-produits de transformation des céréales :	7
I-1-3-1- Les sous-produits de rizerie :	7
I-1-3-1-1- Les sons de riz :	8
I-1-3-1-2- Les farines de cône :	8
I-1-3-2- Les sous-produits de transformation du maïs	9
I-1-3-2-1- Les sons de maïs	9
I-1-3-2-2- Les tourteaux	9
I-1-3-2-3- Les sous-produits de l'amidonnerie.....	9
I-1-3-3- Les sous-produits de la brasserie	9
I-1-3-3-1- Les drêches.....	10
I-1-3-3-2- Les levures	11
I-2- LES SOUS PRODUITS DE LA CANNE A SUCRE	12
I-2-1- Les sous-produits de récolte.....	12
I-2-1-1- La paille de canne à sucre.....	12
I-2-1-2- Les bouts blancs.....	12
I-2-1-3- Les feuilles	13
I-2-2 Les sous-produits de sucrerie.....	13
I-2-2-1- La mélasse	13
I-2-2-2- Les écumes de défécation	13
I-2-2-3- La bagasse	14
I-2-2-4- La moelle de bagasse	14
I-3- LES SOUS PRODUITS DES OLEAGINEUX.....	14
I-3-1- Les résidus de culture.....	14
I-3-1-1- Les fanes de légumineuses	14
I-3-1-2- Les cosses de légumineuses	15
I-3-2- Les sous-produits de l'huilerie.....	15
I-3-2-1- Les sons de dépelliculage	15
I-3-2-2- Les coques	15
I-3-2-3- Les tourteaux	16
I-4- LES SOUS PRODUITS DES RACINES ET TUBERCULES.....	17
I-4-1- Les résidus de	17
I-4-1-1- Les feuilles	17
I-4-1-3- La racine tubérisée ou le tubercule.....	18
I-4-2- les sous-produits de féculerie.....	19
I-4-2-1- Les épiluchures	19
I-4-2-2- Les drêches.....	20
I-4-2-3- Les féculés C.....	20
II- LES SOUS PRODUITS DES CULTURES PERENNES.....	20
II-1- LES SOUS PRODUITS DU CAFE.....	20

II-2- LES SOUS PRODUITS DES FRUITS	21
II-2-1- L'ananas	22
II-2-1-1- Les résidus de récolte.....	22
II-2-1-2- Les déchets d'industrie.....	22
II-2-2-La banane.....	22
II-2-2-1-Les déchets de récolte	23
II-2-2-2-Les écarts de triage	23
II-2-2-3- Les déchets d'industrie.....	23
II-2-3- La mangue.....	24
III- LES SOUS PRODUITS DE LA PECHE	24
III-1- Les Farines de poissons	24
III-2- Les tourteaux de poisson	24
III-3- L'ensilage de poisson	25
IV- LES TRAITEMENT AMELIORATEURS DES FOURRAGES PAUVRES.....	25
IV-1- Le traitement à l'urée	25
IV-1-1- Principe du traitement.....	25
IV-1-2- Dosage et durée du traitement.....	25
IV-1-3- Distribution.....	26
IV-2- Le traitement à la soude	27
IV-3- Les aliments mélassés.....	27
CONCLUSION	28

INTRODUCTION

Les ruminants basent leur alimentation sur les ressources végétales, qu'ils valorisent grâce aux fermentations microbiennes qui se déroulent dans leur rumen. La vitesse de croissance de l'herbe évolue en fonction de la pluviosité et de la demande évaporative locale. Une simulation réalisée par LECOMTE en 2001 présente la croissance quotidienne de la végétation d'un pâturage dans la région de Hanoi au Vietnam et de Pakse au Laos (figure 1 ci-dessous) et montre l'importance du déficit en pâturages disponibles entre les mois de novembre et mars.

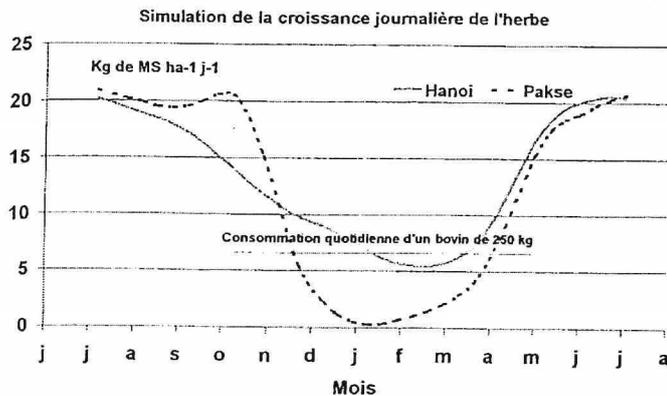


Figure n°1 : croissance de l'herbe dans la région de Hanoi et de Pakse

La disponibilité des ressources fourragères et leur qualité variant dans le temps, il est nécessaire de faire appel à d'autres ressources, telles que :

- les sous-produits agricoles, ou issues, ou résidus de cultures : sous-produits consommables par les animaux restant après la récolte (ROBERGE, G., MAYER, C., HUGUENIN, J., 2004)
- les sous-produits agro-industriels : aliments issus de la transformation domestique, artisanale ou industrielle des productions agricoles (ROBERGE, G., MAYER, C., HUGUENIN, J., 2004)
- les sous-produit d'élevage : la transformation de produits animaux aboutit à des produits recherchés en premier lieu et à des sous-produits qui peuvent parfois être valorisés (ROBERGE, G., MAYER, C., HUGUENIN, J., 2004)

Nous verrons successivement les sous-produits des cultures annuelles, les sous-produits des cultures pérennes, disponibles en Asie du Sud-est, puis les sous-produits de la pêche et les traitements qui permettent d'améliorer la valeur des aliments pauvres.

I- LES SOUS PRODUITS DES CULTURES ANNUELLES

I-1- LES SOUS PRODUITS DES CEREALES

Dans les pays développés, les céréales sont largement utilisées pour la fabrication des concentrés pour l'alimentation des animaux d'élevage, mais dans les pays en développement, les grains sont en priorité destinés à l'alimentation humaine. En Asie du Sud Est, et notamment au Vietnam, la céréale la plus cultivée est le riz (32 530t en 2000, augmentation de 220% entre 1970 et 2000, AHMADI, N., CHANTEREAU, J, HEKIMIAN LETHEVE, C., et al, 2002), ensuite vient le maïs.

La récolte des céréales laisse quelques résidus, directement utilisables pour les ruminants, comme les pailles. Ensuite, pour être consommable par la population humaine, ces grains subissent des traitements qui laissent un certain nombre de sous-produits généralement de bonne valeur nutritive.

I-1-1- Les résidus de récolte

Il s'agit des tiges et des feuilles de céréales restant sur le champ après la récolte des grains. Les grains étant récoltés lorsque la plante est arrivée à maturité, les pailles ont une valeur alimentaire généralement faible : tous les éléments nutritifs importants ayant migré dans le grain et la plante étant âgée, les constituants membranaires sont en quantité plus importante. Elles constituent un bon aliment de lest, fibreux et encombrant (2,5 à 5), nécessaire au bon fonctionnement de l'appareil digestif des ruminants. Distribuées à volonté, elles peuvent couvrir une bonne partie des besoins énergétiques d'entretien d'animaux au repos (RIVIERE, R., 1978).

I-1-1-1- La paille de riz

La paille de riz représentait 60% des résidus de récolte produits au Vietnam en 1992 (LE XUAN, C., LE VIET, L., DINH, H.). Elle est en général récoltée verte, mais son taux élevé de silice (>15% MS) affecte sa valeur nutritive. Avec une valeur en cellulose faible elle conserve une valeur énergétique suffisante pour l'entretien des ruminants mais elle est très pauvre en matière azotée (tableau n°1):

Tableau n°1 : valeurs alimentaires des pailles de riz (Source : FAVRE-BONVIN, 1996)

UFL/kg MS	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
0,5	0	2	0,8

I-1-1-2- Les pailles, les cimes et les feuilles de maïs

Les cannes de maïs laissées après la récolte des grains ont une valeur intéressante :

Tableau n°2 : valeurs alimentaires des cannes de maïs (Source : FAVRE-BONVIN, 1996)

UFL/kg MS	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
0,6	14	2	1,2

L'écimage, c'est-à-dire la récolte de l'**extrémité des tiges**, n'affecte pas le rendement s'il est pratiqué quand l'épi est bien formé. On recueille alors un fourrage vert de valeur énergétique moyenne (0,50 UF/kg MS) mais contenant peu de MAD (1%) (RIVIERE, R., 1978).

Dans le nord du Vietnam, il est aussi courant de prélever les feuilles de maïs au fur et à mesure que le grain se remplit (BUI, T.T., 1997).

I-1-2- Les résidus de battage, ou égrenage des céréales

Tout de suite après la récolte, une première étape sert à séparer les grains des glumes et glumelles qui les enveloppent. On parle de battage dans le cas du riz, et d'égrenage pour le maïs puisqu'il s'agit aussi de séparer les grains de la rafle à laquelle ils sont rattachés (RIVIERE, 1978).

I-2-1-1- Les balles de riz

Le battage qui suit la récolte sert à obtenir le riz paddy. **Les balles de riz** récupérées lors de ce battage **sont à proscrire de l'alimentation animale**, en raison de leur teneur très élevée en silice (20%), qui diminue la valeur nutritive de l'ensemble de la ration par un effet dépressif sur la digestibilité des autres aliments associés dans la ration (RIVIERE, 1978).

Le riz paddy est souvent traité au niveau familial, au pilon, dans un mortier, vanné et tamisé. Les balles ne sont alors pas complètement écartées, et souvent les issues sont mélangées. De même, à l'échelon artisanal, les issues contiennent souvent beaucoup de brisures, et sont de composition variable, mais toujours très riches en cellulose et en silice (RIVIERE, 1978).

I-2-1-1- Les rafles de maïs

Résidus que l'on obtient à la fin de l'égrenage et qui représente environ 20% de l'épi entier. Essentiellement cellulosique, de valeur alimentaire sensiblement égale à celle des bonnes pailles, elles peuvent constituer une partie des aliments de lest de la ration. Elles peuvent également être distribuées après hachage ou broyage, mélangées à des aliments concentrés. On peut les incorporer jusqu'à 15% dans la ration des femelles laitières.

I-1-3- Les sous-produits de transformation des céréales :

I-1-3-1- Les sous-produits de rizerie :

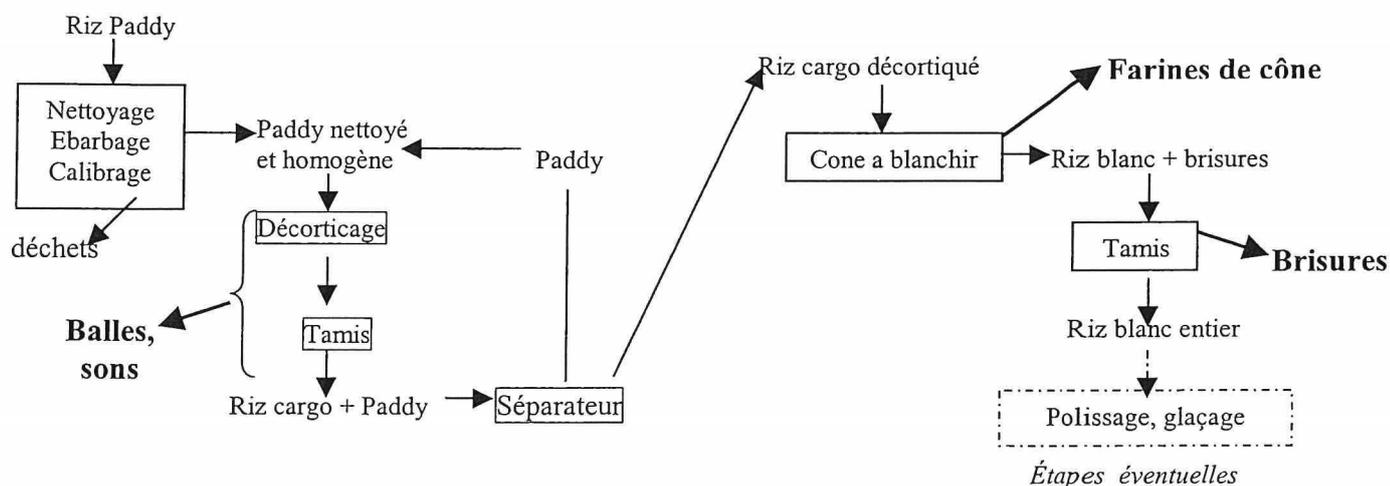


Figure n°2 : schéma de l'usinage du riz, du paddy au riz blanc consommable

I-1-3-1-1- Les sons de riz :

Le riz paddy est ensuite passé à la décortiqueuse pour le débarrasser de ses enveloppes, on l'appelle alors riz cargo, ou riz décortiqué ou encore riz brun. Le résidu issu de la décortiqueuse, composé d'une partie des balles, du riz brisé et des germes est appelé **son de riz**, ou farine basse de riz cargo. La composition du son peut varier suivant la nature du riz (pluvial, ou de rizière), la variété, l'origine, le réglage des décortiqueuses, les opérations annexes, ... Comme il n'existe aucune réglementation, différents produits peuvent être commercialisés sous la même appellation (RIVIERE, 1978).

Les sons de riz présentent une teneur élevée en cellulose et silice, d'où leur digestibilité limitée. Leur teneur en azote est faible, et le taux de matières grasses dépend de la teneur en germes (tableau n°3 ci-dessous). Ils sont riches en cendres mais il s'agit de silice pour 70 à 80%, et le taux de calcium est faible alors que le phosphore reste assez élevé (RIVIERE, 1978).

S'ils contiennent trop de balles, mieux vaut limiter les sons de riz dans la composition des rations des ruminants. Ils peuvent être utilisés seuls, complétés par des aliments plus énergétiques et azotés (ne pas dépasser 10 à 15% d'incorporation dans un mélange de céréales et de tourteaux), ou en mélange avec les farines de cônes (paragraphe suivant), dans les proportions 1/3 de sons 2/3 de farine (RIVIERE, 1978).

I-1-3-1-2- Les farines de cône :

Les Farines de cône, ou issues, ou farines basse de riz, ou son fin sont récupérées lors du blanchiment du riz cargo qui consiste à enlever le péricarpe coloré du riz cargo, les germes et la couche de grains d'aleurone. Il existe des farines de 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} cône, de plus en plus claires et riches en amidon, et de plus en plus pauvres en matières protéiques, cellulose et silice.

Parmi les différentes issues du riz, c'est sans conteste le produit le plus intéressant pour les ruminants, mais il faut encore faire attention à ce qu'elles ne contiennent pas trop de balles broyées ou de sons. Constituées surtout par l'assise périphérique des grains d'aleurone et une partie des cellules à amidon, elles sont riches en protéines, lipides et glucides, nutriments hautement digestibles.

Tableau n°3 : valeurs alimentaires des farines de cône (Sources : Tables INRA, www.vet-lyon.fr)

UFL*	PDIN (g)	PDIE (g)
1,02	109	101

* Exprimé en % de produit sec

Elles ont donc une valeur énergétique toujours élevée et contiennent normalement peu de silice. Elles ont aussi une teneur en calcium faible, mais un taux de phosphore très élevé (75-80%), sous forme phytique. Enfin elles apportent des vitamines Z, B, PP qui sont présentes dans le germe (RIVIERE, 1978).

La présence dans ces farines de cône d'une quantité toujours importante de matières grasses (presque toujours supérieure à 10%) est la raison de leur bonne valeur énergétique, mais présente l'inconvénient de les exposer à une oxydation et un rancissement rapide, ce qui limite les possibilités de stockage (RIVIERE, 1978).

Les farines basses conviennent à toutes les catégories de ruminants. Généralement bien appréciées, après une courte période d'adaptation, elles donnent de très bons résultats sur les animaux en production. (RIVIERE, 1978).

I-1-3-2- Les sous-produits de transformation du maïs

I-1-3-2-1- Les sons de maïs

Il s'agit du péricarpe du grain, séparé de la farine par tamisage après broyage. Il contient généralement des fragments d'amidon, une partie des couches périphériques de grains d'aleurone et une faible proportion de germes.

Leur teneur en protéines n'est pas très élevée (tableau n°4), mais la teneur en matières grasses, qui varie en fonction de la teneur en germes, atteint souvent 10% (RIVIERE, 1978).

Tableau n°4 : Teneurs en constituants organiques des sons de maïs (en %MS)

MAT	MG Ethérée	CBW	MM	Ca	PT
10,16	6,44	10,59	2,35	0,07	0,33

Source : LLORCA, A., 1995b

I-1-3-2-2- Les tourteaux

Lorsque les germes ne sont pas séparés, les issues peuvent être pressées pour en extraire l'huile, et il faut faire attention car on appelle tourteaux aussi bien les issues avant pressage que le produit obtenu après extraction, qu'il ne faut pas confondre non plus avec les tourteaux de germes.

Les germes ne sont jamais utilisés comme tels en alimentation animale, mais on peut utiliser le tourteau qui résulte de l'extraction de l'huile, appelé tourteau de germes ou farine d'extraction des germes de maïs. Ce tourteau peut tout à fait entrer dans la composition de rations pour vaches laitières, mélangé à d'autres produits issus de la mouture humide du maïs. Les bovins peuvent en consommer jusqu'à 3-4 kg/j, et cela peut faire un apport intéressant en protéines (RIVIERE, 1978).

I-1-3-2-3- Les sous-produits de l'amidonnerie

La mouture humide est une méthode d'extraction de l'amidon et du glucose des grains de maïs. C'est une pratique développée surtout par les USA durant laquelle les grains sont d'abord trempés 48h dans de l'eau tiède, puis broyés grossièrement. Les germes et les sons gros sont séparés en premier, et les germes sont dirigés vers l'huilerie. Les eaux de trempage (soluble de maïs) sont évaporées et le résidu est mélangé aux gros sons pour former le **gluten feed**. Après un deuxième broyage plus fin, les sons fins sont éliminés, et constituent les **drêches d'amidonnerie**. La farine subit des décantations, centrifugations et tamisages qui permettent de séparer le gluten de l'amidon et des sucres. Le gluten est tantôt conservé pur, tantôt mélangé aux sons fins pour donner le **gluten meal** ou **farine de gluten**.

Tous ces produits sont excellents en termes protéique et énergétique, et sont de plus bien acceptés des animaux. Le tourteau de germes de mouture sèche est plus riche en vitamines B que celui issu de la mouture humide, dans laquelle elles sont dissoutes dans l'eau de trempage et se retrouvent dans le gluten feed.

I-1-3-3- Les sous-produits de la brasserie (RIVIERE, 1978)

La bière est fabriquée à partir du malt obtenu par germination des grains d'orge. L'orge n'est pas cultivée en Asie du Sud-est mais il existe des usines de fabrication de la bière à partir d'orge importée.

Lorsque les pousses ont atteint un développement suffisant, les grains sont séchés et passés dans des appareils qui arrachent les germes. Les germes séparés du malt constituent les

touraillons, et ce qui reste de grains forme le malt (100 kg d'orge donnent 4,5% de touraillons).

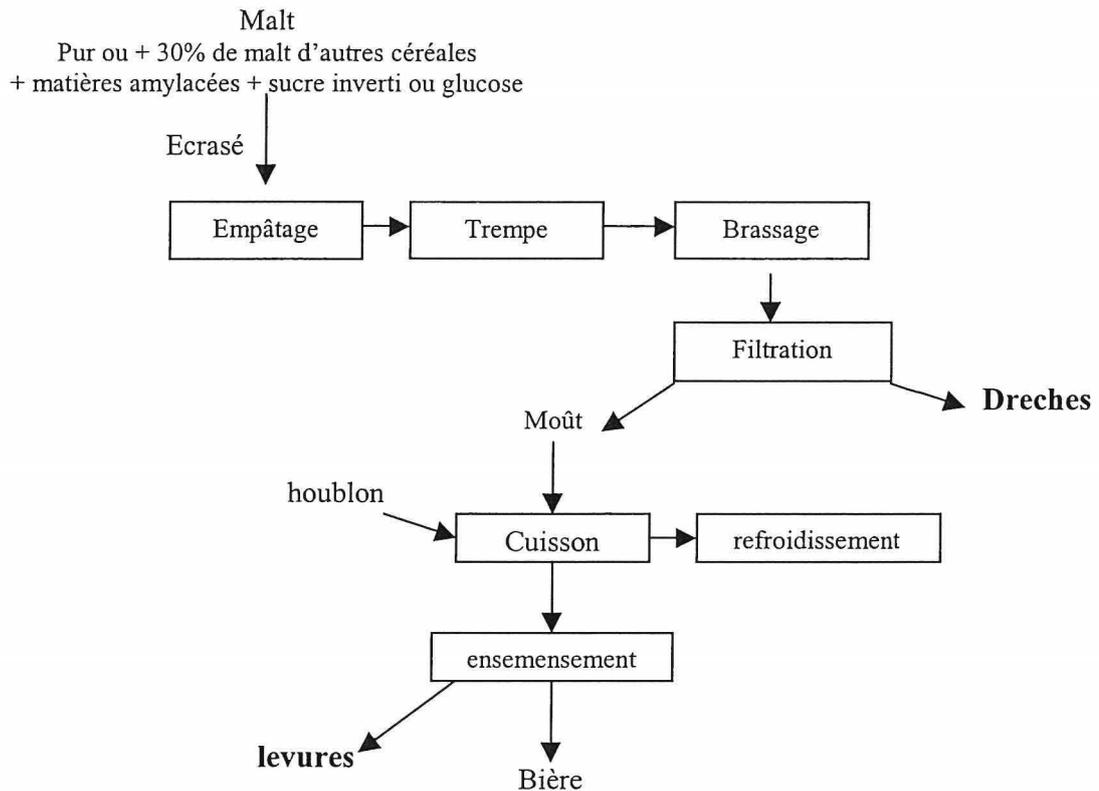


Figure n°3 : schéma de la fabrication de la bière à partir du malt d'orge

La bière peut aussi être fabriquée artisanalement avec du maïs. Elle laisse alors 30 à 36% de sous-produits utilisables pour l'alimentation animale, essentiellement des germes de céréale et des drêches.

I-1-3-3-1- Les drêches

Les drêches sont très humides (70 à 80% d'eau). Elles sont composées des enveloppes cellulosiques des céréales accompagnées d'amidon non saccharifié, de pentosanes, de lipides, de protéines non solubilisés au cours du brassage et d'un peu de moût. Cette composition varie surtout en fonction des céréales utilisées et des méthodes de préparation du moût et de filtration. De façon générale elles contiennent une quantité appréciable de protéines et de glucides de bonne digestibilité, mais aussi une teneur importante en cellulose.

Les drêches fraîches sont très énergétiques :

Tableau n° 5 : valeurs alimentaires des drêches de brasserie fraîches

UFL	PDIN	PDIE
0,92	223	189

Source : <http://www.vet-lyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/>, (01/04/2004)

Il faut faire attention, car comme elles sont riches en glucides et pauvres en MS, elles fermentent et s'acidifient rapidement. Il faut donc les consommer dans les 24h. Elles peuvent aussi être conservées 15 jours à 3 semaines en silos, sur sol drainé et sous une couche de paille de 40-50 cm. Il se produit alors des fermentations lactiques favorables que l'on peut aussi améliorer par salage ou ensemencement avec une culture de ferments lactiques. Les drêches fraîches ou ensilées sont bien consommées par les ruminants, et particulièrement les

vaches laitières, chez lesquelles elles favorisent la lactation et la richesse du lait en matières grasses. Elles peuvent entrer pour environ 1/3 dans leur alimentation, mais il faut aussi tenir compte de leur action décalcifiante et de leur carence en vitamine A et D.

L'utilisation la plus aisée des drêches reste sous forme sèche. Il est possible de les égoutter sur des cadres grillagés tendus de toile puis d'étaler les drêches égouttées sur une aire cimentée au soleil, en couches de 5 à 10 cm d'épaisseur. Le problème est qu'il est déconseillé de le faire en climat humide. Les drêches séchées ou déshydratées ont les mêmes utilisations que les drêches fraîches, mais leur manipulation plus facile permet de les incorporer dans les concentrés à titre de complément azoté, notamment avec des sons de meunerie, des issues de rizerie, de la mélasse. Elles ont une valeur énergétique analogue à celle des sons de meunerie et une valeur azotée supérieure (RIVIERE, 1978).

CHEE et KIM ont montré en 1992 que des vaches laitières de race Holstein, nourries à la paille de riz, et complémentées avec de la pulpe de betterave et des drêches de brasserie pendant 30 jours arrivaient à une production de 19,21 kg contre 18,12 kg avec de l'ensilage de maïs et du foin et 18,33 kg avec de la paille de riz et de la pulpe de betterave.

L'expérience n'a montré aucune différence significative concernant la MG du lait, la variation de poids, et la concentration de C₂ et C₄ dans le rumen. Par contre, les vaches qui avaient reçu des drêches de brasserie avaient une concentration en C₃ dans le rumen de 37,18 mM/l contre 31,82 mM/l pour la ration paille de riz + pulpe de betterave et seulement 13,6 mM/l pour la ration ensilage de maïs et foin.

Les drêches issues de la fabrication artisanale de la bière sont composées des produits solides issus de la filtration et de l'écume du moût et des matières obtenues par soutirage du moût. Elles sont plus riches en matières azotées que les drêches industrielles mais contiennent moins de cellulose, de calcium et de phosphore. Elles ont de toutes façons une meilleure valeur énergétique et azotée. Comme les drêches industrielles, les drêches artisanales fraîches doivent être consommées rapidement ou être séchées. Pour les vaches laitières, les drêches seules ou en mélange avec les touraillons, sont à recommander en mélange avec de la mélasse et des issues de rizerie (RIVIERE, 1978).

I-1-3-3-2- Les levures

Pendant la phase de fermentation **les levures** se multiplient. On les récupère et une partie, le levain, servira à ensemer de nouveau moûts. L'autre partie peut être utilisée en alimentation animale, une fois lavées, séchée et soumise à un traitement thermique qui permet de tuer toutes les cellules vivantes qui pourraient provoquer des troubles intestinaux graves en cas d'absorption importante. Cent kg de céréales donnent en moyenne 420 l de bière, 26,5 kg de drêches sèches et 600g de levures sèches.

Il existe plusieurs techniques de fermentation du moût et selon le procédé, **les levures** remontent à la surface ou flocculent et se déposent sous forme d'un liquide pâteux au fond des cuves de fermentation. La préparation de 100 hl de moût donne une production de 100 l de levures pâteuses, dont la moitié est réutilisée comme levain. Cent litres de levures pâteuses donnent en moyenne 40 à 50 kg de levures pressées à 20-25% de MS ou 10 à 12 kg de levures sèches.

La levure liquide ou pressée ne se conserve pas et ne peut être utilisée que sur place. En revanche, la levure séchée est un excellent aliment du bétail car riche en acides aminés indispensables (lysine notamment) et en sels minéraux et vitamines du groupe B. Malheureusement, malgré leur valeur alimentaire, la récupération des levures pose le problème du coût d'opération et de rentabilité, compte tenu de l'énergie nécessaire au séchage (RIVIERE, 1978).

I-2- LES SOUS PRODUITS DE LA CANNE A SUCRE

La canne à sucre est une graminée des pays tropicaux dont on extrait le sucre par broyage des cannes. Pour l'alimentation animale on peut utiliser des sous-produits issus de la culture et de la fabrication du sucre.

I-2-1- Les sous-produits de récolte

I-2-1-1- La paille de canne à sucre

Elle peut être consommée in situ : d'abord coupée puis hachée en petits morceaux. La teneur en MS de la canne à sucre est supérieure à celle des graminées fourragères, mais sa teneur en MAT est très inférieure. C'est une source multiple d'énergie : du saccharose, énergie très fermentescible, et des fibres à dégradation plus lente. Il est nécessaire d'apporter une complémentation protéique de façon notamment à stimuler la dégradation des fibres par les bactéries du rumen (CHESWORTH, J., 1996).

D'après des mesures réalisées à la Réunion, GRIMAUD et THOMAS donnent les valeurs suivantes :

Tableau n° 6 : valeurs alimentaires des pailles de canne à sucre :

UFL (/kg de MB)	PDIN (g/kg de MB)	PDIE (g/kg de MB)	PDIA (g/kg de MB)
0,54	25	56	7

C'est donc un aliment de valeur énergétique moyenne à faible, et de valeur protéique très faible, c'est pourquoi elle est surtout utilisée comme aliment de lest.

I-2-1-2- Les bouts blancs

Les bouts blancs, ou têtes de cannes, sont les extrémités vertes et feuillues de la canne coupée au moment de la récolte. Ils servent plus souvent pour la fertilisation que pour l'alimentation. Leur valeur énergétique n'est pas très élevée (0,12 – 0,15 UF/kg MB), et plutôt pauvres en azote (tableau n°7), mais ils sont bien acceptés par les ruminants.

Tableau n° 7 : compositions des bouts blancs (Source : WANAPT, M., 1986)

	MS (%MB)	PB (%MS)	CB (%MS)	MM (%MS)
Bouts blancs frais	30,8	5,3	33,8	8,8
Bouts blancs sec	92,1	5,7	35,2	8,7

On estime que la récolte de 60t de canne (production moyenne d'un ha) laisse environ 15t de bouts blancs, soit 1800 à 2200 UF. On peut les distribuer en vert, après hachage grossier. Mieux vaut éviter de faire pâturer sur le champ si on veut éviter d'abîmer les lignes de cannes par le piétinement et la consommation des jeunes pousses par les animaux.

Il est possible d'ensiler les bouts blancs :

Tableau n°8 : composition des ensilages de bouts blancs (Source : WANAPT, M., 1986)

	MS (%MB)	PB (%MS)	CB (%MS)	MM (%MS)
Bouts blancs ensilés	24,5	5,5	34,3	11,8
Bouts blancs ensilés avec de la mélasse	27,6	5,5	34,4	10,1

Que se soit en vert ou ensilés, les vaches laitières peuvent en ingérer jusqu'à 20-25kg/j, ce qui couvre leurs besoins d'entretien. Pour des vaches laitières, RIVIERE propose

une ration composées de 20 kg de bouts blancs mélangés à 2 kg de mélasse, 0,75 kg de tourteau, 0,75 kg de maïs ou de son de riz, qui apporterait plus de 6 UF et 500 g de MAD.

I-2-1-3- Les feuilles

Les feuilles, plus ou moins sèches qui entourent les cannes sont aussi intéressantes. Malheureusement elles sont parfois brûlées avant la récolte, ce qui peut aussi affecter les bouts blancs. Un ha de canne fournit 9 à 10 t de feuilles. Elles constituent un fourrage grossier, équivalent à un foin médiocre, dépourvu de MAD, mais on peut facilement récolter 2200 à 2500 UF/ha (RIVIERE, 1978).

I-2-2 Les sous-produits de sucrerie

I-2-2-1- La mélasse

La mélasse est la substance sirupeuse de couleur brun-noir qui reste dans les cuves après évaporation et purification du sirop dont on extrait la majeure partie des sucres. C'est la partie qui ne peut cristalliser, soit environ 3,5% du poids de la canne usinée.

La mélasse contient encore 50 à 65% de sucre, dont les 2/3 sous forme de saccharose. Elle contient très peu de matières azotées (tableau n°9). C'est un aliment très digestible (90-93%), mais son encombrement très faible nécessite de la mélanger avec un support cellulosique. La mélasse est surtout intéressante parce qu'elle peut améliorer la digestibilité des autres constituants de la ration, tant qu'elle est en quantité équilibrée, car elle favorise le développement des bactéries cellulolytiques du rumen (RIVIERE, 1978).

Tableau n° 9 : valeurs alimentaires de la mélasse (Source : FAVRE-BONVIN, N. 1996)

UFL (/kg MS)	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
0,95	33	7,5	0,8

On peut ajouter aussi une valeur hygiénique : elle désinfecte le tube digestif, combat l'atonie et prévient l'acétonémie des vaches laitières. Mais attention à ne pas la surdoser, car elle peut provoquer une forte diurèse, de la diarrhée, des gastro-entérites et des néphrites dues aux taux élevés de potassium.

La mélasse se conserve plusieurs mois dans des réservoirs métalliques ou en bois si elle est bien concentrée en matière sèche et en sucres (minimum 45% de sucres, 80% de MS), ou même à l'air libre, à l'abri du soleil. Il est souvent nécessaire d'ajouter de l'eau pour faciliter l'écoulement au moment de l'utilisation (il est préférable aussi de la chauffer), mais suivant le taux d'humidité atteint, il faudra l'utiliser rapidement, sinon il risque de s'y développer des micro-organismes et des fermentations.

De quelque façon que ce soit, les vaches laitières peuvent en consommer jusqu'à 2 kg/j, l'important est de ne pas dépasser 200 g / 100 kg de PV (RIVIERE, 1978).

I-2-2-2- Les écumes de défécation

Obtenues par précipitation puis filtration du jus brut de canne, elles sont ensuite lavées et parfois séchées. Elles contiennent des débris cellulosiques, des cires, des matières grasses, des matières azotées et des sels de calcium. Elles sont surtout utilisées comme fumure, mais peuvent aussi être utilisées pour l'alimentation des vaches laitières. RIVIERE en 1978 proposait des les incorporer à hauteur de 40% avec 35% mélasse et 25% tourteau de coton, en complément d'un fourrage de bonne qualité.

I-2-2-3- La bagasse

La bagasse est le résidu de broyage des cannes après extraction du jus. Elle a longtemps été utilisée comme combustible dans les sucreries.

C'est un produit essentiellement cellulosique de très faible valeur alimentaire (tableau n°10), qui se conserve mal à l'état frais, mais qui peut être un peu plus intéressant une fois séché. D'après GRIMAUD et THOMAS, un kg de bagasse apporte :

Tableau n°10 : valeurs alimentaires de la bagasse

UFL	PDIN	PDIE	PDIA
0,31	12 g	36 g	4 g

Une tonne de canne laisse environ 300-350 kg de bagasse à 53% d'humidité, soit 8-10 t de MS/ha. C'est un bon support pour la mélasse, et elle est ainsi mieux appréciée par les animaux. Malgré tout, d'après RIVIERE (1978) tous les essais tentés avec les vaches laitières n'ont jamais donné les résultats escomptés et WANAPAT (1990) déconseille d'incorporer plus de 35% de bagasse dans la ration car étant très fibreuse, elle peut limiter l'ingestion par son fort encombrement.

I-2-2-4- La moelle de bagasse

La moelle de bagasse, partie centrale des tiges, est peu fibreuse. Une fois la bagasse tamisée, séchée et broyée, on peut éliminer la partie périphérique et recueillir la moelle. Ainsi, le produit est plus digestible, même si le taux de cellulose est du même ordre de grandeur, contenant moins de lignine que la bagasse. On peut lui attribuer une valeur de 0,35-0,40 UF/kg MS. Elle absorbe mieux encore la mélasse que la bagasse entière.

I-3- LES SOUS PRODUITS DES OLEAGINEUX

Les graines et fruits (gousses) de légumineuses sont avant tout utilisées pour l'alimentation humaine. En terme d'alimentation animale c'est surtout le feuillage qui est utilisé comme fourrage, et les sous-produits issus de la transformation des graines et fruits. Ces graines ont une valeur énergétique souvent excellente et une forte teneur en matières azotées à haute digestibilité. Les tourteaux obtenus après extraction de l'huile des graines sont très intéressants pour la complémentation de rations à base de tubercules ou de céréales.

De nombreuses graines contiennent des facteurs inhibiteurs de la trypsine qui altèrent la digestibilité des protides, et certaines contiennent des principes toxiques. Mais un trempage, une fermentation, une cuisson modérée ou un chauffage, peuvent supprimer ou tout au moins réduire ces problèmes de toxicité.

Sur le plan économique, il est important de préciser que ces produits sont généralement assez chers

I-3-1- Les résidus de culture

I-3-1-1- Les fanes de légumineuses

Après récolte des gousses, il reste tout l'appareil végétatif qui constitue les fanes.

Si les gousses d'arachide sont récoltées avant complète maturité, ce qui est souvent le cas, la production de fanes peut atteindre 2 à 4 t/ha (RIVIERE, 1978). Ces **fanés d'arachides** encore vertes ont une valeur alimentaire très intéressante (tableau n°11):

Tableau n°11 : valeurs alimentaires des fanes d'arachide (Source : FAVRE-BONVIN, N., 1996)

UFL/kg MS	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
0,61	57	10	1,7

Un ha de culture peut ainsi fournir 1 000 à 3 000 UF et 250kg de MAD, ce qui permet d'entretenir 1 à 3 UBT/an (RIVIERE, 1978). Si la récolte est tardive, ou si les fanes sont laissées à sécher sur le champ, une bonne partie des feuilles tombent, ce qui diminue d'autant la valeur du fourrage. SOMKID, BOONLOM et DUMRONG recommandent de ne pas distribuer les fanes d'arachide fraîches seule à cause de leur effet laxatif qui peut rendre les fèces liquides.

Les **fanés de soja** sont rarement utilisées, pourtant, elles sont comparables aux fanes d'arachide en valeur nutritive avec toutefois un caractère plus grossier, avec plus de cellulose et moins de MAD.

I-3-1-2- Les cosses de légumineuses

Déchets résultant de l'écoassage des graines, il s'agit d'un sous-produit très cellulosique, mais avec une teneur en azote encore intéressante. Leur valeur nutritive n'est pas très élevée et elles présentent peu d'intérêt pour l'alimentation des vaches laitières (RIVIERE, 1978).

I-3-2- Les sous-produits de l'huilerie

I-3-2-1- Les sons de dépelliculage

Avant de commencer l'extraction de l'huile, les graines sont parfois décortiquées (enlèvement des téguments durs) puis dépelliculées (retrait de la pellicule qui entoure la graine et qui constitue le son).

Les **sons d'arachides**, qui ne sont pas d'utilisation courante en alimentation animale, se classent en trois catégories :

- les sons ordinaires : pellicules seules, 15% de protéines, 8 à 10 % de lipides, valeur alimentaire équivalente à un bon foin de légumineuses.
- Les sons gras : pellicule + germes, plus riches en matières grasses, bon taux de protides, mais parfois présence de coques, donc de cellulose
- Les sons déshuilés, provenant de l'extraction de l'huile des sons gras

I-3-2-2- Les coques

Les **coques d'arachide**, sont souvent utilisées comme amendement ou comme combustible. C'est un aliment de faible valeur (tableau n°12), même s'il y a présence de quelques débris d'amandes et de pellicules, mais il peut être amélioré grâce à la mélasse.

Tableau n°12 : valeurs alimentaires des coques d'arachide (Source : FAVRE-BONVIN, N., 1996)

UFL/kg MS	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
0,16	0	1,9	0,6

Les **coques de graines de coton** représentent en moyenne 45% du poids de graines traitées en huilerie. Elles sont aussi surtout utilisées comme combustible, mais peuvent avoir la même utilisation que les coques d'arachides dont elles ont une valeur alimentaire proche (tableau n°13 page 16).

Tableau n°13 : valeurs alimentaires des coques de coton (Source : FAVRE-BONVIN, N. 1996)

UFL/kg MS	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS0)
0,39	3	1,7	1,7

Elles sont très cellulosiques (53% de cellulose) mais bien appréciées par les vaches laitières chez qui elles peuvent stimuler l'ingestion de rations pauvres en fibres (TRAN, G, 1994).

I-3-2-3- Les tourteaux

Les tourteaux sont les résidus résultant du traitement des graines ou fruits oléagineux, en vue de l'extraction de l'huile. Ce sont les aliments protéiques les plus riches en protéines de tous les produits et sous-produits d'origine végétale, mais suivant l'origine botanique, la technique d'extraction utilisée et les traitements préalables pratiqués, la valeur alimentaire peut varier beaucoup. Ils sont utilisés pour équilibrer les rations en azote.

L'extraction par pression continue se réalise à des températures de 90 à 100 °C et donne des tourteaux gras, appelés expellers, qui ont une teneur en huile résiduelle de 4 à 8%. Parfois la température peut atteindre 120 °C ce qui peut altérer la qualité des protéines. Une ancienne technique par pression discontinue à basse température (60-80°C) donne des tourteaux contenant encore 8 à 12% de lipides.

L'extraction par solvant (dichlorure d'éthylène, hexane) peut être aussi continue à température moyenne, ou discontinue à 75°C au maximum. Les tourteaux obtenus ne contiennent pas plus de 1% d'huile résiduelle et sont donc qualifiés de maigres. Certains solvants peuvent entraîner avec eux des protéines et des minéraux et ainsi amoindrir la valeur du tourteau : l'hexane appauvrit les tourteaux en acides aminés liposolubles, mais permet d'obtenir un très bon rendement et ainsi de favoriser la conservation du tourteau ; l'acétone préserve mieux la valeur alimentaire (LLORCA, A, 1995).

Enfin, à l'échelon familial ou artisanal, c'est l'extraction par coction qui est plus employée. Les graines sont décortiquées, pillées au mortier puis le produit trituré est mis à bouillir dans de l'eau et l'huile surnageante est récupérée par écrémage. Le tourteau résiduel, une fois séché peut parfois servir de condiment alimentaire ou être distribué aux animaux. Ce sont des tourteaux très gras (15 à 25 % pour l'arachide), du fait du faible rendement de l'extraction par cette méthode. Il faut donc les utiliser rapidement car ils rancissent vite.

Il n'existe aucune standardisation de ces produits, et on peut trouver sur le marché des produits issus de fabrication différente, et donc de composition et de valeur différente, vendus sous la même appellation.

En Asie du Sud-est, parmi les tourteaux les plus riches, on trouve les **tourteaux d'arachide et de coton** qui ont les meilleures valeurs nutritives (tableau n°14), d'autant plus s'ils sont issus de graines décortiquées. Ils ont alors des teneurs en protéines brutes généralement supérieures à 45% MS et peuvent atteindre près de 60% pour l'arachide et plus de 55% pour le coton.

Tableau n°14 : valeurs alimentaires des tourteaux d'arachide et de coton

	UFL (/kg MS)	MAD (g/kg MS)	Ca (g/Kg MS)	P (g/kg MS)
Tourteau d'arachide	1,06	490	2,2	7,5
Tourteau de coton	0,88	379	2,5	12

(Source : FAVRE-BONVIN, N. 1996)

Le **tourteau de sésame** semis ou entièrement décortiqué, contient entre 40 et 50% de protéines. Au même niveau on trouve un tourteau beaucoup moins courant, le **tourteaux d'anacarde**, qui contient lui aussi entre 40 et 45%MS de matières protéiques. Le **tourteau de soja** contient lui aussi entre 45 et 50% de protéines mais renferme un facteur antitryptique qui diminue la digestibilité des protéines, mais une simple cuisson le rend inactif.

Les tourteaux pauvres, contenant moins de 25% de protéines sont représentés par le **tourteau de coprah** (issu de l'extraction de l'huile de la partie comestible de la noix de coco), ainsi que le **tourteaux non décortiqués de coton**, et le **tourteau d'hévéa**. Ce sont des tourteaux plus cellulosiques et donc moins digestibles. CORNIAUX, BASTIANELLI, MONNET et DURAND ont développé en 1998 une technique d'amélioration du tourteau de coprah. Cette technique de fermentation en milieu solide permet d'enrichir le tourteau de coprah de 25% en lysine, ainsi qu'en thréonine et tryptophane, et de diminuer la teneur en fibres. Cette technique est actuellement maîtrisée expérimentalement et intéressante pour les monogastriques. Néanmoins, la valeur alimentaire du tourteau enrichie reste inférieure à celle du tourteau de soja ou d'arachide. Son utilisation dépend donc du coût de la méthode et de son prix d'intérêt. Enfin, il n'existe encore aucun résultat concernant son utilisation dans l'alimentation des ruminants.

Les tourteaux sont aussi une source d'énergie souvent proche de celle du maïs, et tous ont des teneurs satisfaisantes en phosphore mais sont déficients en calcium. Enfin, les tourteaux sont pauvres en vitamines liposolubles, sauf ceux qui sont mal délipidés, mais constituent une bonne source de vitamines du groupe B.

Non seulement il faut faire attention aux risques de rancissement suivant la teneur en lipides du tourteau, mais il faut aussi faire attention aux moisissures et en particulier à la présence d'*Aspergillus flavius*. Ce champignon sécrète une toxine, l'aflatoxine qui prolifère si les conditions de stockage sont défectueuses ou si les conditions de chaleur et d'humidité lui sont favorables. Cette mycotoxine a été découverte pour la première fois dans le tourteau d'arachide, mais elle peut se développer dans presque tous les tourteaux. Les ruminants y sont apparemment peu sensibles, mais il est préférable qu'un bovin ne reçoive pas plus de 2,5 kg/j de tourteau non détoxifié. L'ingestion d'aflatoxine B1 à fortes doses (110 à 330 µg/kg) entraîne une chute importante de la production laitière (LLORCA, A., 1995). La toxine étant métabolisable, elle se retrouve ensuite dans le lait et devient toxique pour le consommateur par ces propriétés cancérogènes.

I-4- LES SOUS PRODUITS DES RACINES ET TUBERCULES

La partie comestible d'un certain nombre de plantes pousse enfouie dans le sol. En Asie du sud-est on trouve notamment le **manioc** et la **patate douce** qui sont des racines, et la **pomme de terre** et le **taro**, qui sont des tubercules.

I-4-1- Les résidus de

I-4-1-1- Les feuilles

Les **feuilles de manioc** représentent 6% du poids de la plante, l'appareil racinaire 44%, et la racine tubérisée 50%. Les feuilles de manioc constituent un très bon fourrage, riche en protéines (tableau n°15 page 18).

Tableau n°15 : composition des feuilles de manioc (Source : SMITH, O.B.,)

MS (%MB)	PB (%MS)	CB (%MB)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)
25,3	25,1	11,4	1,1 – 1,4	0,25 – 0,30

De plus il s'agit de protéines de bonne qualité avec un profil d'acides aminés comparable à celui de la farine de soja : riche en lysine mais pauvre en acides aminés soufrés (SMITH, O.B., 1989).

Une fois sèches, distribuées directement ou réduites en farine et incorporées dans les concentrés les feuilles de manioc constituent un bon supplément pour une ration à base de paille. Elles apportent les nutriments essentiels et diminuent le coût des concentrés.

La valeur nutritive des feuilles de manioc diminue avec l'âge de la plante. Si on les récolte vers 3-4 mois on a ainsi un fourrage de qualité sans pour autant compromettre le rendement des racines tubérisées (WANAPAT, M., WACHIRAPAKORN, C., SAUMART, S., et al, 1992).

Les **fanés et les lianes de patates douces** constituent de bons fourrages que l'on peut distribuer en vert ou ensiler. La production à l'hectare de fanes et lianes de patates est supérieure à celle du maïs fourrager (RIVIERE, R., 1978).

I-4-1-3- La racine tubérisée ou le tubercule

La racine de manioc contient une quantité plus ou moins grande d'un hétéroside cyanogénétique (HCN), la manihotoxine, substance amer et toxique, ce qui fait qu'on les classe en maniocs amers (forte teneur) et maniocs doux (faible teneur). La quantité d'HCN libérée des parties centrales des variétés douces ne dépasserait pas 0.005%, alors que les écorces de ces mêmes variétés et la racine entière des variétés amers en contiennent jusqu'à 0.02-0.03%. Un simple épluchage des variétés douces supprime la quasi totalité du HCN présent, et un délai de 24h à 25-27°C après l'arrachage en élimine 60%. De même que le lavage puis séchage au soleil des racines découpées en rondelles, ou la cuisson pendant 5min dans l'eau (RIVIERE, R., 1978). Le niveau de la dose toxique pour les animaux n'est pas connu avec précision mais il est estimé à 50 mg/kg. Les conséquences les plus graves montrées sont 40% de mortalité chez des jeunes sevrés avec des feuilles de manioc amer contenant 180 à 240 mg d'HCN / kg (SMITH, O.B., 1989).

Les racines tubérisées de manioc accumulent des matières de réserve et surtout de l'amidon. La composition de la racine fraîche (tableau n°16) varie surtout en fonction de la variété, de la durée de végétation et des conditions de culture, mais on peut retenir les valeurs moyennes suivantes :

Tableau n°16 : composition de la racine tubérisée de manioc (Source : SMITH, O.B.,)

MS (%MB)	PB (%MS)	CB (%MB)	Ca (mg/kg)	P (mg/kg)
30,8	2,3	3,4	0,02 – 0,35	0,07 – 0,46

La racine de manioc est formée d'un cylindre central riche en amidon et pauvre en azote et d'une écorce moins riche en amidon, mais à taux ce cellulose et de protides plus élevés. Entre 6 et 15 mois, la teneur en eau diminue mais la teneur en amidon augmente, et après 15 mois, la composition varie peu mais la teneur en amidon aurait quand même tendance à diminuer. L'amidon représente 64 à 72% des glucides de réserve de la racine qui totalisent près de 90% de la MS. Les autres glucides sont le saccharose (17%), et un peu de fructose et des pentosanes.

C'est un aliment très digestible et de haute valeur énergétique (du même ordre de grandeur que les céréales). On n'observe aucune différence entre le manioc distribué frais ou après séchage. A titre d'exemples, RIVIERE (1978) estime qu'un hectare bien conduit peut permettre d'entretenir 20 UBT ou emboucher 10 têtes toute l'année, et SMITH (1989) cite les résultats d'expérience (tableau n°17) d'utilisation de la racine de manioc dans deux rations différentes :

Tableau n° 17 : résultat d'utilisation du manioc dans différentes rations (SMITH)

	place du manioc dans la ration	Réponse des animaux
Vache	Substitution du maïs par le manioc dans la ration de base	Baisse de la production mais diminution du coût de la ration
Holstein	Manioc en complément du pâturage	Augmentation de la production laitière de 19,5%

Une fois récolté le manioc se conserve très mal car l'amidon s'hydrolyse vite et fermente en alcool. Après 3j, en climat chaud, il devient inutilisable. Séché sous forme de rondelles de 1-1,5cm d'épaisseur (cossettes) ou de morceaux de 4-5 cm d'épaisseur (bouchons). Le manioc sec peut ensuite être réduit en fragments plus petits ou comprimés.

L'un des grands avantages de cette culture est que le manioc peut être arraché à tout moment, selon les besoins, et peut être ainsi distribué frais ou sec à toutes les catégories de ruminants. Il doit obligatoirement être complété par un aliment azoté.

La farine de manioc peut remplacer l'avoine ou l'orge comme source d'énergie dans les concentrés pour vaches laitières et conserver les mêmes performances de production, en terme de quantité de lait, de matière grasse et de gain de poids vif tout en étant plus économique. Par contre une telle ration demande une supplémentation minérale que ne demande pas une ration avec des céréales (SANDA, I.A., METHU, J. N., 1989).

Les autres tubercules (patate douce, taro, pomme de terre) ont une composition très voisine de celle du manioc, c'est à dire riche en glucides sous forme d'amidon, pauvre en matière protéique, cellulose et minéraux et leur valeur énergétique est du même ordre de grandeur, c'est à dire environ 1 UF/kg MS. Les pommes de terres et les taros sont un peu plus riches en protéines (certaines variétés de Pommes de Terre en contiennent jusqu'à 17% MS). La teneur en matière sèche du Taro varie de 30 à 45%, la teneur en protéines est assez élevée et les produits dérivés ont une très bonne digestibilité (CABURET, A., LEBOT, V., RAFAILLAC, J.P., VERNIER, P., 2002).

Comme le manioc ils peuvent tous être employés à l'état frais, hachés ou râpés, ou sec et broyés. Il est aussi possible des les conserver par ensilage. Les bovins peuvent en consommer selon leur taille 10 à 25 kg/j en frais. Les tubercules secs peuvent se substituer aux céréales dans les concentrés jusqu'à 50% de la composition. Concernant la Pomme de terre, il faut éviter de faire consommer des tubercules germés ou verdiss qui contiennent de la solanine, molécule toxique.

I-4-2- les sous-produits de féculerie

I-4-2-1- Les épluchures

Les épluchures de manioc, sont d'un emploi plus facile, mais il faut se méfier car elles concentrent l'HCN et comme la racine, elles doivent être utilisées rapidement (RIVIERE, R., 1978). Elles sont plus riches en cellulose brute que le cylindre, mais aussi pauvres en protéines, lipides, minéraux et vitamines. C'est donc aussi essentiellement une

source d'énergie (SMITH, O.B., 1989). Elles peuvent être utilisées comme source principale d'énergie ou comme source d'énergie complémentaire à une ration à base de feuilles de manioc ou de fourrage pauvre (SMITH, OB, 1989). Elles peuvent aussi être ensilées sous forme hachée en morceaux de 2cm de large pour faciliter la compaction. L'humidité passe de 70-75% à 40% par séchage à l'air chaud 2 jours avant d'ensiler. Cela permet de mieux assurer la conservation par un meilleur développement des fermentations et de diminuer la teneur en HCN (SMITH, O.B., 1989). Les épluchures de manioc sont rapidement dégradées dans le rumen : 70% pour les épluchures séchées, et 73% pour les épluchures ensilées, en 24h chez la brebis.

Les épluchures des autres tubercules sont aussi un bon aliment plus riche en azote que le tubercule.

I-4-2-2- Les drêches

Le tapioca est fabriqué à partir du manioc et cette transformation laisse comme déchet des **drêches**. L'usinage de 10t de manioc frais fournit environ 600kg de produit sec, plus riche en cellulose que le manioc frais, mais avec sensiblement les mêmes caractéristiques analytiques. La teneur en matière sèche des drêches ne dépasse pas 10%, et par conséquent les risques de fermentation sont importants.

Les drêches de féculeries transformant d'autres tubercules peuvent aussi être utilisées, mais présentent les mêmes problème de conservation.

I-4-2-3- Les fécules C

Les fécules C constituent un autre sous-produit de féculerie intéressant. Ce sont des fécules de deuxième ordre séparées de la fécule blanche. Elles se présentent sous forme de poudre grise, à odeur légèrement acide, riches en glucides, mais pauvres en cellulose, protéines, minéraux et vitamines. Bien séchée, elle se conserve bien, à l'abri de l'humidité. Leur valeur fourragère se situe autour de 0,90 UF/kg de MS.

II- LES SOUS PRODUITS DES CULTURES PERENNES

II-1- LES SOUS PRODUITS DU CAFE

Le fruit du caféier, appelé cerise, est composé d'un exocarpe, la pellicule rouge du café, souvent dénommée pulpe qui comprend en fait l'exocarpe proprement dit et une partie du mésocarpe ou mucilage.

Dès 1944, des publications montrent la possibilité d'utiliser la pulpe de café pour l'alimentation des vaches laitières avec de bons résultats (BRESSANI, R, BRAHAM, J.E., 1980). Le mucilage contient 33% de matières pectiques (sur la MS), 45% de sucres dont plus de la moitié sont réducteurs, mais très peu de protéines. L'exocarpe est plus cellulosique et contient plus de 10% de matières azotés (RIVIERE, R., 1978).

La récolte du café peut se réaliser par voie sèche ou humide. Dans le premier cas, les cerises sont mises à sécher au soleil, sur le sol ou sur des aires cimentées. Après séchage, les grains sont débarrassés de leur coque, c'est-à-dire l'exocarpe et le mésocarpe séchés qui représentent environ 50% du poids de la cerise. Dans le deuxième cas, les cerises sont déulpées par fermentation dans des cuves, puis lavées et séchées. Après séchage, la parche qui est éliminée, ainsi que la pulpe, les eaux de lavage et de fermentation, chargées en sucre peuvent être valorisées (RIVIERE, R., 1978).

Juste après la récolte, les cerises sont mises à tremper dans l'eau puis lavées. La pulpe est enlevée du grain qui est toujours couvert de mucilage et d'enveloppes. Les grains sont mis à fermenter 48 à 72 h, ou traités chimiquement pour enlever le mucilage, puis partiellement séchés au soleil avant de les sécher à l'air chaud dans un tambour tournant. Après séchage, les grains sont battus pour enlever les enveloppes. La pulpe qui est enlevée du fruit est soit jetée soit compostée et plus tard utilisée comme fumure dans les plantations de café (BRESSANI, R, BRAHAM, J.E., 1980).

Un kg de cerises donne 432g de pulpe, soit 29% de la MS et le process de traitement des grains donne 61g d'enveloppes humides ou 41g sous forme sèche, soit 13% de la cerise. Les autres sous-produits intéressants sont le mucilage qui représente environ 5% MS. La pulpe contient environ 10% MS de protéines brutes, et moins de 25% de cellulose brute. Par contre elle a une teneur plus ou moins importante en caféine et tanins. Au-delà de 30% de pulpe de café dans la ration, cela peut diminuer l'ingestion et augmenter l'excrétion d'urine. La digestibilité des protéines est faible. Cela est certainement dû à la présence de phénols libres qui sont oxydés et aux tannins qui se lient aux protéines les rendant inaccessibles pour la flore ruminale (BRESSANI, R, BRAHAM, J.E., 1980).

L'ensilage de la pulpe de café permet de réduire la teneur en caféine et en tannins. Il est possible d'ajouter 3 à 6% de mélasse et 4 à 6% de son de blé, ou de le mélanger avec des fourrages verts tels que l'herbe ou les céréales. (BRESSANI, R, BRAHAM, J.E., 1980).

Enfin, la déshydratation de la pulpe de café permet aussi de réduire la teneur en caféine. Il existe deux méthodes (BRESSANI, R, BRAHAM, J.E., 1980):

- La déshydratation solaire : il faut étaler la pulpe sur une surface propre, d'une épaisseur de 5 à 8 cm, et la remuer 3 ou 4 fois par jour. Au bout de 24-30 h l'humidité est réduite de 12%, taux auquel il est possible de conserver la pulpe. Pendant la déshydratation, la pulpe de café change de couleur passant du rouge foncé au brun foncé, et la concentration en caféine diminue à environ 0,45%. La déshydratation solaire est la méthode la moins coûteuse mais demande de la surface et un peu de temps.
- La déshydratation mécanique à l'air chaud : la pulpe de café est mélangée à de la chaux pour favoriser l'évaporation de l'eau par une pression continue. Ensuite le résidu issu de la presse est placé dans un tunnel rotateur d'air chaud et donne la pulpe sèche. Il est possible de l'utiliser telle quelle ou broyée et stockée. La quantité de chaux à utiliser ne doit pas dépasser 0,6 à 1% du poids de pulpe fraîche.

II-2- LES SOUS PRODUITS DES FRUITS

En Asie du Sud-est, la production de fruits tropicaux est importante. Les plus courants en alimentation animale sont la banane, la mangue et l'ananas. En 2001 le Vietnam en produisait les quantités suivantes (en Mt):

Tableau n°18 : production vietnamienne de fruits pour l'année 2001 (Source : www.fao.org)

Bananes	Mangues	Ananas
1 125 500	179 300	284 500

En alimentation animale, il est possible de valoriser les déchets produits lors de la récolte des fruits, les écarts de triage et les déchets produits lors de la transformation en jus ou par les conserveries.

II-2-1- L'ananas

II-2-1-1- Les résidus de récolte

Après la première récolte, le plant d'ananas émet à partir d'un bourgeon axillaire de la tige un rejet qui donne un deuxième fruit, généralement plus petit. Après la récolte de ce deuxième fruit, le plant, tige principale plus ou moins volumineuse sur laquelle sont insérés des feuilles et des rejets, est sacrifié. Il est possible de faire pâturer **les feuilles et les rejets** directement sur la plantation.

La partie supérieure du plant, soit la plus grande partie des feuilles, du plant mère, du plant fils et les rejets peuvent fournir 60 t de verdure / ha, soit, en sec, 12 t de fourrage, soit plus de 10 000 UF et 700 kg de MAD (RIVIERE, R., 1978). Quelle que soit la présentation, les résidus sont très appréciés. On peut les considérer comme un bon fourrage qu'il faut toutefois compléter un peu en azote et minéraux.

La couronne, ou partie la plus feuillue qui surmonte le fruit, est coupée avec une partie plus ou moins importante de l'extrémité du fruit sur la plantation au moment de la récolte. Cette couronne représente environ 7% du poids du fruit. Une partie est utilisée pour la multiplication, mais elle peut aussi être hachée ou ensilée. Elle a une valeur supérieure à celle des déchets d'usinage, car elles contiennent 2 à 3 fois plus de matières azotées. Ensilée avec 5% de mélasse, elle permet une utilisation toute l'année bien que la récolte soit saisonnière.

L'ananas frais peut être donné aux ruminants après fragmentation, mais cela est rare et concerne surtout les fruits abîmés.

II-2-1-2- Les déchets d'industrie

Les conserveries laissent en moyenne 25 à 30% du poids des fruits traités comme déchets. Il s'agit essentiellement des **épluchures**. Elles ont une humidité de 85% environ, et commencent à fermenter et à s'acidifier dès la sortie des éplucheuses. On peut les neutraliser avec de la chaux (15 kg de chaux / kg) et il faut ensuite les consommer rapidement. Elles ont une valeur énergétique de l'ordre de celle des meilleurs fourrages, mais leur teneur en azote est faible. Une fois neutralisées et complétées avec une source protéique elles peuvent constituer une excellente ration pour des bovins, mais il est quand même préférable de limiter leur incorporation à 1/3 de l'énergie du régime. Par contre, elles peuvent aussi être données sèches et peuvent ainsi entrer pour 60% dans la ration.

La fabrication du jus d'ananas laisse des **drêches**. Fraîches, elles s'altèrent aussi très vite c'est pourquoi il est préférable de les ensiler ou de les sécher. Le problème est que le séchage peut s'avérer difficile en climat humide et que les systèmes de séchage par chaleur artificielle sont très coûteux. Les drêches sont aussi riches en énergie mais pauvres en protéines, calcium et phosphore.

Les déchets sec (appelés aussi sons), mélassés et complétés en protéines et minéraux, peuvent compléter efficacement des céréales ou des issues de meunerie ou de rizerie.

II-2-2-La banane

La banane fruit et la banane plantain sont toutes les deux intéressantes pour l'alimentation des vaches laitières (tableau n°19 page 23).

Tableau n°19 : composition de la banane fruit et de la banane plantin (Source : BAKRY, F.,

(pour 100g de produit frais)	MS	MM	glucides	protides	fibres	lipides	Ca	P
Banane	28,4	0,8	25,5	1,2	0,6	0,3	12	32
Plantin	31,8	1	29,3	0,9	0,4	0,2	19	38

DIDIER, C., GANRY, J et al. 2002)

Les bananes sont riches en glucides digestibles (80-90% MS), et sont donc des aliments très énergétiques. Leur teneur en protéines est faible, mais la peau est quand même mieux dotée que la pulpe. D'où l'intérêt de distribuer le fruit entier avec son enveloppe. Les bananes ont malgré tout un meilleur profil en acides aminés que les racines et tubercules. Elles sont en particulier plus riches en lysine et histidine. Par contre elles sont totalement pauvres en minéraux.

II-2-2-1-Les déchets de récolte

Le stipe (tronc), les **feuilles** et les **rejets en surnombre** peuvent constituer une ressource appréciable de verdure.

Le stipe est la partie la plus riche en eau (85-90%) et de ce fait la plus pauvre en éléments nutritifs. C'est un produit de faible valeur alimentaire qui correspond simplement à un fourrage grossier. Par contre le taux d'humidité facilite son assimilation et assure d'autre part une meilleure utilisation des aliments secs qui pourraient lui être associé. Les stipes et rejets peuvent être donnés en vert, hachés grossièrement, avec une complémentarité azotée et minérale.

Les feuilles, ont de plus une bonne teneur en matières azotées et apportent des quantités intéressantes de calcium. La valeur énergétique des feuilles les place au rang des meilleurs fourrages, et elles contiennent aussi beaucoup de carotène. Les feuilles peuvent assurer, seules, les besoins d'entretien des ruminants.

L'ensilage de ces produits présente peu d'intérêt.

II-2-2-2-Les écarts de triage

Les écarts de triage, c'est-à-dire les régimes avortés ou mal formés, ceux qui sont trop verts ou trop mûrs, ou abîmés et les fruits qui ne correspondent pas aux normes de qualité pour l'exportation peuvent être valorisés par les vaches laitières. Les bananes vertes contiennent surtout de l'amidon, alors que dans les fruits mûrs il n'est pas prédominant.

Eventuellement, **les excédents de récolte**, qui se commercialisent parfois difficilement et ne s'exporte pas.

Les fruits étant périssables, ils demandent à être consommés rapidement. Ils peuvent être associés à un fourrage de légumineuses.

II-2-2-3- Les déchets d'industrie

Les usines de fabrication de farine de banane n'utilisent pas les peaux. Elles sont plus riches en cellulose et sont donc moins énergétiques.

Il existe aussi des distilleries qui fabriquent de l'alcool à partir de la pulpe de bananes impropres à la consommation, et laissent aussi les peaux, ainsi que des **drêches de distillerie**.

II-2-3- La mangue

Ce sont des drupes d'une pulpe sucrée entourée d'une peau plus ou moins épaisse, et contenant un noyau à paroi épaisse, fibreuse, qui renferme une amande.

Aucune étude n'a été faite sur ce fruit, mais il semble, *a priori*, qu'ils puissent se substituer partiellement aux autres aliments glucidiques tels que les céréales et les tubercules, tant que l'on équilibre la ration avec les éléments déficients.

Les fruits non consommables, immatures ou abîmés, peuvent être distribués aux animaux. La pulpe et la peau sont constituées en majorité de glucides, ce qui donne une valeur énergétique élevée. Tous les éléments du fruit sont pauvres en protéines et minéraux.

L'amande est un sous produit de fabrication et possède aussi une valeur énergétique élevée. **La farine d'amande** pourrait entrer pour 20% dans la ration des bovins.

III- LES SOUS PRODUITS DE LA PECHE

III-1- Les Farines de poissons

Elles peuvent être fabriquées à partir des poissons non consommables par l'homme, des invendus, des déchets de l'industrie de la conserverie, des résidus de la fabrication d'huiles ou de solubles ainsi que de poissons pêchés uniquement pour la transformation en farines. Ce sont surtout des poissons de mer qui entrent dans la composition des farines, mais il est possible aussi de les fabriquer avec des poissons d'eau douce.

Ces farines sont de valeur nutritive très variable (tableau n°20). Ce sont surtout des sources de protéines qui apportent aussi des quantités non négligeables d'éléments minéraux.

Tableau n°20 : valeurs alimentaires des farines de poisson (Source : FAVRE-BONVIN, N., 1996)

UFL/kg MS	MAD (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
0,95	645	42	27

Les farines artisanales, fabriquées surtout avec des déchets tels que les têtes, les nageoires, et les arrêtes, sont plus riches en matières minérales et leur teneur en protéines est nettement moins intéressante que celle des farines industrielles.

Il existe aussi des farines de petits crustacés ou de déchets de crustacés qui ont fait l'objet d'essais, notamment à Madagascar, mais seulement à l'échelle artisanale. Ce sont des produits intéressants du point de vue protéique et calcique.

III-2- Les tourteaux de poisson

Généralement fabriqué à partir des déchets de préparation de poissons pour l'alimentation humaine, mais certaines espèces de poissons sont pêchées spécialement pour la fabrication de tourteaux. Parfois les têtes, abats, arrêtes, et déchets de parage peuvent entrer dans la préparation. L'extraction de l'huile de ces poissons donne des tourteaux.

Il faut faire attention à la quantité utilisée car des doses trop importantes peuvent faire ressortir des odeurs et saveurs de poisson dans le lait.

Néanmoins, il s'agit d'une source de protéine de très haute qualité : les protéines bypass. Mais c'est un aliment généralement relativement cher, qui ne reste rentable que pour des vaches de haut niveau de production (CHESWORTH, J., 1996).

III-3- L'ensilage de poisson

L'ensilage de poissons permet d'obtenir un produit liquide stable. On diminue le pH par fermentation, l'acide lactique étant généralement produit par fermentation de la mélasse ou d'autres sources de sucres, ou bien par ajout de formol. Mais il s'agit d'un procédé coûteux qui n'est pas accessible à tous les agriculteurs.

IV- LES TRAITEMENT AMELIORATEURS DES FOURRAGES PAUVRES

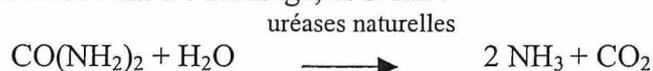
Il existe un certain nombre de méthodes qui permettent de rendre les fibres plus accessibles aux microbes du rumen, et ainsi d'améliorer l'efficacité de la digestion : le broyage, les traitements chimiques et le mélange avec de la mélasse

IV-1- Le traitement à l'urée

La dégradation de l'urée dans l'eau produit de l'ammoniac. Il est important de contenir le fourrage bien serré, dans un endroit étanche, cela permet une bonne diffusion de l'ammoniac dans tout l'espace : faire une meule de fourrage sur un sol imperméable, appliquer la solution d'urée, sans nécessairement mouiller tous les brins car le gaz diffusera de lui-même, puis isoler la meule pour éviter les pertes en gaz, et laisser au moins trois semaines, le temps que l'hydrolyse de l'urée permette une diffusion totale dans la meule. Ensuite, il est nécessaire d'aérer le fourrage afin d'évacuer les excès d'ammoniac avant de le distribuer aux animaux (CHESWORTH, J., 1996).

IV-1-1- Principe du traitement

Cette technique utilise l'urée comme générateur d'ammoniac (NH₃) grâce à la présence naturelle d'uréases dans les fourrage, et d'eau :



L'ammoniac libéré détruit une partie des liaisons présentes dans les parois végétales et rend ainsi plus accessible le complexe ligno-cellulosique, et les éléments nutritifs qu'il renferme, à la digestion par les micro-organismes dans le rumen. En même temps, une partie de l'ammoniac se fixe et enrichi le fourrage en azote non protéique.

La réussite du traitement dépend du niveau de transformation de l'urée en ammoniac et de la durée de contact entre ce dernier et le fourrage à traiter. De façon générale, plus la valeur nutritive initiale du fourrage est faible plus le traitement est efficace. L'éleveur peut facilement s'en assurer en vérifiant qu'une forte odeur piquante d'ammoniac se dégage bien du silo et que le fourrage prend une couleur jaune foncé et se ramolli (SOURABIE, K.M., KAYOULI, C, DALIBARD, C, www.fao.org/docrep/W4988F/w4988fOd.htm, 02/2004).

IV-1-2- Dosage et durée du traitement

Le plus souvent, on utilise 5 kg d'urée dissous dans 100 l d'eau pour 100 kg de paille, mais un ratio 5/50/100 donne aussi de bons résultats alors que WANAPAT (1986) propose 5/120/100. Le choix de la dilution dépend de la disponibilité en eau. Le traitement est d'autant plus rapide que la température ambiante est élevée. Une moyenne de deux semaines est à retenir.

Aucun traitement mécanique préalable n'est nécessaire. Il suffit de bien entrecroiser les brins sur différentes couches et de bien tasser avant de traiter (SOURABIE, K.M.,

KAYOULI, C, DALIBARD, C, www.fao.org/docrep/W4988F/w4988fOd.htm, 02/2004). Le traitement puis le stockage doivent se faire en silo, de façon à limiter les pertes en NH₃. Il est possible de creuser un silo-fosse, mais cela demande du travail. Le fond et le sol doivent être couverts d'un isolant afin que le sol ne souille pas le fourrage. Le plus efficace est le silo en banco (terre argileuse + paille + eau), car très résistant et très étanche, il peut être utilisé plusieurs années. Un silo de 10 m² (L = 3m, l = 2m et h = 1,7m) peut stocker environ 1200 kg de fourrage.

Après le traitement le silo doit être fermé de façon étanche, par des matériaux lourds, pour maintenir le fourrage bien tassé, et empêcher toute infiltration. Au Niger, pour se prémunir de l'attaque des termites, les paysans recouvrent le fond du silo d'une couche de cendres. Ainsi, le fourrage traité peut être conservé plusieurs mois dans le silo mais il est aussi possible de le sécher et de le conserver dans un endroit sec, afin d'utiliser le silo de nouveau vidé pour traiter une quantité supplémentaire de fourrage.

IV-1-3- Distribution

Lors de la distribution, il est important de respecter une période de transition de deux semaines, afin de permettre l'adaptation de la flore ruminale : 1/3 de fourrage traité dans la ration la première semaine, 2/3 la deuxième semaine, puis la totalité ensuite. Pour valoriser pleinement le fourrage traité, les ruminants doivent en consommer pendant une période assez longue et sans interruption (SOURABIE, K.M., KAYOULI, C, DALIBARD, C, www.fao.org/docrep/W4988F/w4988fOd.htm, 02/2004). Il faut aussi faire attention à l'abreuvement des animaux, car lorsqu'on donne des fourrages traités à l'ammoniac, cela fait augmenter la consommation d'eau, et donc une plus grande production d'urine (CHESWORTH, J., 1996). Il faut abreuver les animaux deux à trois fois par jours au lieu d'une seule si l'on ne veut pas voir diminuer à nouveau l'ingestion (SOURABIE, K.M., KAYOULI, C, DALIBARD, C, www.fao.org/docrep/W4988F/w4988fOd.htm, 02/2004).

Le traitement des pailles à l'urée permet non seulement de rehausser la valeur nutritive mais aussi d'améliorer la digestibilité et d'augmenter l'ingestion du fourrage par les animaux :

Tableau n°21: effet du traitement des pailles de riz sur l'ingestion et la production laitière

	pâturage	pâturage + paille de riz traitée	Paille traitée
fourrage ingéré (kg MS)	5,88	7,37	5,93
Concentrés (kg MS)	4,4	4,4	4,4
Production laitière (l)	9,2	8,9	9

(Source : WANAPAT, M., 1990)

Un projet mené au Niger sur 6 mois a montré les impacts positifs de la paille traitée sur les animaux : maintien du poids en fin de saison des pluies, amélioration de l'état physique des animaux et meilleure résistance aux maladies, augmentation significative de la production laitière (280 à 350 l produits en 4 mois au lieu de 150 l).

L'utilisation de fourrage traité permet aussi de diminuer les refus, et donc de faire des économies sur les stocks, même compte tenu de l'augmentation de l'ingestion. Les quantités de compléments peuvent aussi être réduites. Le fumier est ainsi plus abondant, de meilleure qualité, plus riche en azote (7 à 8, 3% de MAT au lieu de 4, 5 à 5,8%) (SOURABIE, K.M., KAYOULI, C, DALIBARD, C, www.fao.org/docrep/W4988F/w4988fOd.htm, 02/2004).

IV-2- Le traitement à la soude

La soude est une des bases les plus puissantes, et devient inoffensive en quelques jours, car elle réagit avec le CO₂ pour former du carbonate de sodium. Le traitement est appliqué sur le fourrage en solution dans l'eau. C'est une manipulation très délicate et dangereuse car il existe des risques importants de brûlures sur la peau, qui de plus ne sont généralement pas ressenties tout de suite. C'est pourquoi cette manipulation nécessite des protections (vêtements, bottes, gants, lunettes).

Il faut que la solution entre en contact avec chaque brin. Il est nécessaire que le fourrage soit séché convenablement après le traitement afin d'éviter le développement des moisissures (d'autant plus rapide à t° > 20 °C) et aussi parce que bien que le traitement soit fort chimiquement, il ne détruit pas toutes les spores fongiques. Il est possible de réaliser le traitement par aspersion, grâce à un simple arrosoir, par trempage du fourrage en vrac dans un réservoir, ou par immersion des balles de paille. Le choix de la méthode dépend bien sûr des installations disponibles, mais c'est le trempage qui permet la meilleure imprégnation.

40 à 60g de soude pure diluée dans 2 à 3 litres d'eau par kg de paille, dissout une partie (20% environ) des glucides et de l'azote, ainsi qu'une grande part de la lignine. Il y a une forte production de chaleur au début, c'est pourquoi il est important de laisser refroidir au moins une heure (RIVIERE, 1978). Le traitement donne ensuite une couleur brun rouge au fourrage (CHESWORTH, J., 1996).

Les glumes et glumelles (balles) peuvent, comme les pailles être traitées avec des solutions alcalines qui en améliorent la digestibilité. Elles peuvent aussi constituer un support pour la mélasse, mais ont un coefficient d'absorption plus faible que les pailles (RIVIERE, 1978).

IV-3- Les aliments mélassés

On appelle « aliment mélassé » un aliment mélangé au moins à 20% de mélasse (législation française), mais ce taux peut atteindre 60-70%. L'incorporation de mélasse favorise l'appétibilité des aliments plus pauvres, qui peuvent ainsi se substituer aux céréales dans la ration. Utilisée avec des coques d'arachide, des graines et des coques de graines de coton, de la paille de riz, elle permet d'améliorer considérablement leur valeur. Elle permet aussi de lier des farines ou des issues de meunerie ou de rizerie, et de limiter la poussière des aliments broyés.

A sec, les meilleurs résultats sont obtenus avec des coques d'arachide mélangées à 20% de mélasse. Ainsi préparées elles sont bien appréciées par le bétail et constituent un aliment de lest pouvant être associé à des produits énergétiques (céréales, issues de riz) et protéiques (tourteau d'arachide) et des minéraux (RIVIERE, 1978). Les pailles et les rafles de maïs sont aussi d'excellents supports pour la mélasse car bien absorbantes. Broyées et mélangées avec 10 à 15% de mélasse, elles peuvent être ensuite agglomérées en bouchons (RIVIERE, 1978).

La mélasse peut aussi être distribuée dans l'eau de boisson, et servir à la préparation de l'ensilage de fourrages verts, notamment de légumineuses (30-35kg de mélasse + 90 l d'eau pour 1 t de fourrage vert, en arrosage à la mise en silo, favorise la fermentation et assure un effet conservateur).

CONCLUSION

Une alimentation non appropriée diminue automatiquement les performances des vaches laitières et jouent sur la composition du lait et donc sur sa qualité.

En Asie du Sud-est, s'il manque une grande partie de l'année de pâturages en quantité et qualité suffisantes, il existe une assez grande diversité de ressources utilisable pendant cette période de déficit fourrager. De nombreux résidus du culture tels que les pailles de céréales, ou les fanes de légumineuses peuvent être utilisés comme sources de fibres et doivent être complémenté par des aliments plus riches en énergie ou en protéines. Les drêches de brasserie ou de fabrication de jus de fruits ou encore les fruits refusés à la commercialisation sont de très bonnes sources énergétiques valorisables par les vaches laitières. De nombreux tourteaux sont aussi disponibles, et parmi les plus intéressants, les tourteaux d'arachides, de coton et de soja, ainsi que les farines de poisson peuvent équilibrer efficacement les rations déficitaires en azote. Enfin, il existe des méthodes simples d'amélioration des fourrages pauvres, telles que le traitement à l'urée ou à la soude, qui favorisent l'ingestion et permettent de maintenir les performances et de valoriser des fourrages de qualité médiocre.

Il existe donc de nombreuses stratégies de valorisation des ressources locales, mais il est important de bien connaître la valeur alimentaire des aliments utilisés pour établir des rations équilibrées, ce qui est particulièrement difficile avec des sous-produits issus de transformation familiale, alors qu'il s'agit certainement de la solution alimentaire la plus économique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHMADI, N., CHANTEREAU, J, HEKIMIAN LETHEVE, C., et al. (2002). Les céréales. In: Mémento de l'agronome. Agriculture spéciale. Les plantes comestibles. CIRAD-GRET-MAE. p.799-811.
- BAE, D.H., PARK, J.B. (1992). Utilization of cassava leaf in concentrate mixture for swamp buffaloes. In : Recent advances in animal productions – Proceedings of the sixth AAAP Animal Scientific Congress. Vol. III.
- BAKRY, F., DIDIER, C., GANRY, J., et al. (2002). Les espèces fruitières. In : Mémento de l'agronome. Agriculture spéciale. Les plantes comestibles. CIRAD-GRET-MAE. P. 960-974.
- BRESSANI, R., BRAHAM, J.E. (1980). 9^{ème} colloque scientifique international sur le café, Londres, 16-20 juin 1980. Vol. VI. ASIC.
- BUI, T.T. (1997). L'introduction de la culture du maïs en saison d'hiver dans le district de Ha Hoa – Vietnam. Mémoire d'Ingénieur d'Agronomie Tropicale option VOPA : CNEARC.
- CABURET, A., LEBOT, V., RAFAILLAC, J.P., VERNIER, P. (2002). Les autres amylicées. In : Mémento de l'agronome. Agriculture spéciale. Les plantes comestibles. CIRAD-GRET-MAE. p. 859-862.
- CHEE, S.H., KIM, JS. (1992). Utilization of cassava leaf in concentrate mixture for swamp buffaloes. In : Recent advances in animal productions – Proceedings of the sixth AAAP Animal Scientific Congress. Vol. III.
- CHESWORTH, J. (1996). Le technicien d'agriculture tropicale : l'alimentation des ruminants. Edition Maisonneuve et Larosse. CTA. 263p.
- CORNIAUX, C., BASTIANELLI, D., MONTET, D., DURAND, A. (1998). Enrichissement en protéines et probiotiques des tourteaux de coprah par fermentation en milieu solide en vue de l'alimentation animale. Rapport Programme Elevage n°17/98. CIRAD.
- FAVRE-BONVIN, N. (1996). Alimentation du bétail dans la région de Sikasso au Mali. Mémoire de DESS de Productions Animales en Régions Chaudes. Université Montpellier II – CIRAD EMVT.
- GRIMAUD, P., THOMAS, P. (2002). Diversité des rations à base de graminées et gestion des prairies en élevage bovin sur l'île de la réunion. Fourrage, n°169, p. 65-78.
- LECOMTE, P. (2001). Rapport de mission au Vietnam et au Laos : Appui à l'identification d'alternatives techniques favorisant l'intégration agriculture – élevage dans les itinéraires techniques ayant recours au semis direct sous plante de couverture. CIRAD EMVT.
- LE XUAN, C., LE VIET, L., DINH, H. (1992). Feeding systems and potential for improving dairy cattle in Vietnam. In : Sustainable Animal Production. Proceedings of the sixth AAAP Animal Science Congress, Vol. II. p. 259-270.

LLORCA, A. (1995). Les tourteaux d'arachides : influence des traitements technologiques sur leur valeur alimentaire ; leurs utilisation. Synthèse bibliographique. DESS de Productions Animales en Régions Chaudes. Université Montpellier II – CIRAD EMVT.

LLORCA, A. (1995b). Les issues de riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du Sénégal. Mémoire de DESS de Productions Animales en Régions Chaudes. Université Montpellier II-CIRAD EMVT. 57 p.

OGUNTMEIN, G.B. (1990). Processing cassava for animal feeds. In : Cassava Utilisation in animal feed.

RIVIERE R. (1978). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. IEMVT, 527 p.

ROBERGE, G., MAYER, C., HUGUENIN, J. (2004). Glossaire d'agropastoralisme. In: Cirad-emvt, ed. Meyer, C. ed. Scient. Dictionnaire des sciences animales. (En préparation)

SANDA I.A., METHU, J.N. (1990). Evaluation of cassava as energy source in dairy cow concentrate feeds in Kenya. In : Cassava Utilisation in animal feed.

SMITH, O.B. (1990). A review of ruminant responses to cassava-based diets. In : Cassava Utilisation in animal feed.

SOURABIE, K.M., KAYOULI, C., DALIBARD, C. (2004). Le traitement des fourrages grossiers à l'urée : une technique très prometteuse au Niger. www.fao.org/docrep/W4988F/w4988fOd.htm, date de consultation : 02/2004.

TRAN, G. (1994). Le coton et ses co-produits en alimentation animale. Revue de l'Alimentation Animale, n 482.

WANAPAT, M. (1990). Better Utilization of crop-residues for buffaloes production. In : Proceedings of the buffalo seminar. 29/04-2/05/1985. p.157-192.

WANAPAT, M. (1990). Improving rice straw quality as ruminant feed by urea-treatment in Thailand. In : Nutritional aspects of ruminant production in southeast Asia with special reference to Thailand.

WANAPAT, M., WACHIRAPAKORN, C., SAUMART, S., et al. (1992). Utilization of cassava leaf in concentrate mixture for swamp buffaloes. In : Recent advances in animal productions – Proceedings of the sixth AAAP Animal Scientific Congress. Vol. III.

<http://www.faostat.org>, consulté le 30/03/2004

<http://www.vet-lyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/>, consulté le 01/04/2004