

## LISTE DES ABREVIATIONS

Ca: calcium  
CRZ : centre de recherches zootechniques  
f/t: rapport feuilles tiges  
Ha : hectare  
K : potassium  
MAB : matières azotées brutes  
MAD: matières azotées digestibles  
Mg : magnésium  
MS: matière sèche  
N : azote  
Na: sodium  
0 : écart type  
P: phosphore  
PDI : protéines vraies digestibles dans l'intestin  
S : soufre  
t : tonne  
UF: unités fourragères  
var. : variété  
X: moyenne  
< : inférieur à  
> : supérieur à

## L'HERBE A ELEPHANT ET SON ENSILAGE

### Résumé

Le but de cette synthèse bibliographique est de faire le point sur les connaissances actuelles en matière de **l'herbe à éléphant**, une des graminées les plus intéressantes dont disposent les pays tropicaux comme fourrage à ensiler.

Sa phytotechnie, son mode d'exploitation et sa fertilisation, sa valeur fourragère ainsi que ses utilisations sont abordés dans cette présentation. Son rapport Ca/P présente un déséquilibre et doit être corrigé par un apport de phosphate calcique.

Sa rapidité de croissance, sa productivité, sa valeur alimentaire et son appétibilité en font une des meilleures espèces pour l'affouragement.

L'ensilage de l'herbe à éléphant est aussi abordé dans cette synthèse. La faible teneur en eau au moment de sa récolte et les bonnes pratiques au moment de sa mise en silo sont les conditions sine qua non pour réussir son ensilage.

La valeur alimentaire, la teneur en MAD et la composition chimique de l'herbe à éléphant ensilée sont peu modifiées ; sa teneur en PDI est par contre diminuée.

Enfin, son ensilage, s'il est bien exécuté, permet de pallier le manque chronique des pâturages dont souffre le bétail des pays tropicaux, surtout pendant la saison sèche.

**Mots clés :** herbe à éléphant - *Pennisetum purpureum* - culture- conservation - ensilage – pays tropicaux

<b>Sommaire</b>	
<b>Abréviations</b>	1
<b>Résumé et mots-clés</b>	2
<b>Introduction</b>	5
<b>I. L'herbe à éléphant</b>	
<b>A. Généralités</b>	6
1. Taxonomie	6
2. Noms	6
3. Description sommaire	6
4. Ecologie	6
<b>B. Phytotechnie</b>	7
1. Etablissement	7
2. Mode d'exploitation	8
<b>C. Productivité et valeur alimentaire</b>	8
1. Productivité	8
2. Valeur alimentaire	9
<b>D. Utilisations</b>	12
<b>E. Phytopathologie</b>	12
<b>II. Conservation de l'herbe à éléphant par le procédé de l'ensilage</b>	<b>13</b>
<b>A. Généralités sur les ensilages</b>	13
1. Définition de l'ensilage	13
2. Principes de conservation	14
3. Types de silo	14
4. Choix du silo	15
<b>B. Préparation de l'ensilage de l'herbe à éléphant</b>	15
1. Evolution	17
2. Conséquences pratiques	

3. Facteurs de réussite	17
3.1. Choix du stade de récolte	18
3.2. Favoriser la fermentation lactique	18
3.3. Réduction du pH et de l'humidité	19
3.4. Utilisation des sucres fermentescibles	19
3.5. Inhibition des fermentations nuisibles	19
<b>4. Amélioration des chances de réussite</b>	<b>20</b>
4.1. Préfanage	20
- Avantages du préfanage	
- Inconvénients du préfanage	20
4.2. Hachage et lacération	21
- Avantages du hachage et de la lacération	21
4.3. Tassement	21
4.4. Emploi des conservateurs	21
- Limite des conservateurs	22
4.5. Drainage et couverture du silo	22
4.6. Remplissage et fermeture du silo	22
<b>C. Bilan de conservation par l'ensilage</b>	<b>23</b>
<b>1. Altération de l'ensilage</b>	<b>23</b>
1.1. Pertes quantitatives et de valeur alimentaire dues à l'ensilage	23
1.2. Modifications de composition chimique	24
<b>2. Appréciation de la conservation de l'ensilage</b>	<b>24</b>
2.1. Méthodes physiques de l'appréciation	24
2.1.1. La couleur	24
2.1.2. L'odeur	24
2.1.3. La structure	24
2.2. Méthodes chimiques	25
2.2.1. La mesure du pH	25
2.2.2. Le dosage des acides organiques	26
<b>3. Règles pratiques d'utilisation de l'ensilage</b>	<b>26</b>
<b>4. Désilage</b>	<b>26</b>
<b>5. Influence sur la santé animale</b>	<b>27</b>
<b>Conclusion</b>	<b>28</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>29</b>

## Introduction

Dans un système rationnel de production fourragère imposé par l'intensification du bétail à laquelle on assiste actuellement dans certains pays tropicaux et qui est appelé à se développer, la mise en réserve d'une fraction notable de la matière végétale produite, constitue une nécessité impérieuse.

En effet, la production des prairies étant saisonnière, les fourrages annuels ne couvrent pas les besoins des périodes critiques (longues saisons sèches) qui caractérisent ces pays. Il vaut donc mieux faucher le fourrage pendant les époques d'abondance, en l'occurrence la saison des pluies et le conserver afin de faire face aux périodes de soudure.

Parmi les fourrages tropicaux qu'on peut conserver, l'herbe à éléphant est une des graminées qui présente un intérêt évident au point de vue zootechnique car il permet de combler les déficits énergétiques et protéiniques marqués qui caractérisent les pâturages tropicaux pendant la saison sèche.

L'herbe à éléphant est un fourrage qui convient bien à l'ensilage, ce qui permet à l'éleveur de le conserver et d'affourager son bétail pendant les périodes difficiles.

Cette synthèse bibliographique présente dans une première partie les éléments principaux *de* la culture de l'herbe à éléphant. Elle aborde notamment sa phytotechnie, son mode d'exploitation, sa productivité, sa valeur fourragère et ses utilisations.

La conservation de cette graminée par le procédé d'ensilage est aussi abordée dans le second volet de l'étude.

# I. L'herbe à éléphant

## A. Généralités

### 1. Taxonomie

L'herbe à éléphant appartient au genre *pennisetum*, famille des *poacées*, sous-famille des *Panicoideae*, tribu des *paniceae* (INRA, 1998).

### 2. Noms

Nom scientifique : *Pennisetum purpureum Schumach*

Nom français : canne fourragère, herbe à éléphant

Nom anglais : elephant grass, napier grass

Nom portugais : capim elephante

Plusieurs variétés et clones ont été individualisés : *Keyberg*, *French cameroon*, *Cameroon* (cultivar du type « collet rouge », *Merckeri* (variété très résistante à la sécheresse), *Kisozi* (connue pour sa forte productivité) (BOUDET, 1984 ; GRANIER, 1972 ; VANCOPENOLLE, 1988).

### 3. Description sommaire

C'est une graminée érigée, pérenne, allo tétraploïde ( $x = 7$  et  $2n = 4x = 28$ ), sexuée, allogame (INRA, 1998).

Il forme des touffes très denses à enracinement profond. Les tiges sont robustes, hautes (plus de 2 m) et peuvent atteindre 7 m de haut et 3 cm de diamètre, à 20 nœuds. Elles émettent parfois des racines aériennes aux nœuds de la base. Les feuilles ont un limbe de 2 à 4 cm de largeur et 30 à 100 cm de longueur.

L'inflorescence, en manchot cylindrique, mesure de 8 à 30 cm de longueur. Sa teinte est jaune brunâtre tirant sur le pourpre. Les épillets sont stériles.

C'est une plante de jours courts obligatoires avec une photopériode critique de 12 à 13 heures. Cependant, la viabilité du pollen est faible, et ce peut être une cause de la faible production de graines. De plus, les plantules issues de semis sont faibles et poussent lentement ; c'est pourquoi cette graminée est multipliée le plus souvent de façon végétative (VANCOPENOLLE, 1988).

### 4. Ecologie, aire de distribution

Sur le plan climatique, cette herbe s'adapte à des milieux variés. Il faut noter une sensibilité au gel qui limite son extension en altitude au-delà de 2 300 m (GRANIER, 1972 ; VANCOPENOLLE, 1988).

Originnaire des régions tropicales africaines, cette graminée a été introduite dans toutes les régions tropicales du monde et s'est implantée en Asie du sud-est, dans les régions aux sols riches où la pluviométrie dépasse 1 000 mm et où la saison sèche ne dépasse pas 6 mois. Elle a une bonne résistance à la sécheresse. Elle ne supporte pas l'inondation. Dans son état naturel, on la trouve au bord des forêts (ROBERGE, 2002).

Il occupe toutes les altitudes permettant les cultures depuis la plus basse jusqu'à 2 200 m et pousse sur des sols riches recevant de 1 000 à 1 500 mm de précipitations. (VANCOPPENOLLE, 1988).

## **B. Phytotechnie**

### **1. Etablissement**

#### **a) Préparation du sol**

Avec mécanisation

- labour mécanique (tracteur ou traction bovine) sur une profondeur de 30 cm ;
- passage au rotavator (facultatif) ;
- hersage en croix (herse à disques ou cultivateur en cas de traction bovine) ;

Sans mécanisation

- décapage de la végétation et labour profond (30cm) à la houe avec enfouissement de la matière organique provenant de la couverture végétale.

#### **b) Fumure organique**

En système intensif, un apport de 40 t/ha de fumier doit être prévu avant la plantation (VANCOPENOLLE, 1988 ; GAULIER, 1971). Dans ce cas, l'apport initial sera de 20 t/ha, les 20 tonnes restantes seront distribuées au cours de l'exploitation. Ce fractionnement assure une meilleure production de fourrage. L'épandage est réalisé après le retour des pluies, lorsque le total des précipitations atteint 100 mm. L'enfouissement se fait comme suit :

Avec mécanisation :

- épandage mécanique suivi d'un hersage en croix (culture mécanisée) ;
- épandage manuel suivi d'un enfouissement au cultivateur (culture attelée).

Sans mécanisation :

Mise en place du fumier dans les trous de plantation.

#### **c) Culture**

L'herbe à éléphant peut être implantée facilement à partir d'éclats de souche ou de boutures à l'écartement de 50x50 dans des trous de 15 à 20 cm de profondeur. Les boutures auront 3 nœuds dont 2 enfouis dans le sol. Elles seront inclinées de 30°. Leur durée de conservation en tas est de 5 jours.

La mise en place ne pourra être entreprise que lorsque le total des précipitations aura atteint 150 mm d'eau. La terre sera tassée autour des plants. Deux mois après la plantation, il faut butter les souches pour enterrer les racines culmaires qui apparaissent sur les premiers nœuds et améliorer l'ancrage de la plante. Après la première coupe, on enfouit du fumier entre les lignes afin d'accroître l'allongement des racines et des rhizomes ce qui favorise le tallage et permet une exploitation par les racines d'un plus grand volume de sol.

Il faut éviter la pratique, souvent traditionnelle, qui consiste à recouvrir la touffe de fumier après la coupe, ce qui provoque un pourrissement (mycélium) des nœuds et donne des chaumes qui versent et se cassent (GRANIER, 1972).

## 2. Mode d'exploitation et de fertilisation après plantation

### a) Exploitation

La culture de l'*herbe à éléphant* nécessite un sarclage un mois après la plantation et un second en fin de saison des pluies – début saison sèche. Au cours des années suivantes, trois sarclages seront nécessaires : le premier en début de saison des pluies, le second en milieu de cette saison, et le 3<sup>ème</sup> en fin de saison des pluies. Pour éviter les sarclages, il y a possibilité d'installer une couche d'herbe de 15 à 20 cm dans les interlignes. Ce paillage retarde l'apparition des adventices mais ne peut être conseillé (impossibilité d'enfouir des fumures fractionnées, difficultés de trouver du paillis dans certaines régions très cultivées (VANCOPPENOLLE, 1988). Dans tous les cas, l'herbe à éléphant se montre très concurrente vis-à-vis des mauvaises herbes, probablement à cause de son ombrage et un nettoyage par an suffit (KPAKOTE *et al.*, 1971).

La durée d'exploitation varie suivant le système de gestion du fourrage pratiqué. Les cultures intensives sont coupées durant quatre années, parfois six sur des sols alluvionnaires et là où existent des possibilités d'irrigation (GRANIER, 1972). Elle nécessite néanmoins une fumure intensive, si l'on veut maintenir sa productivité. La hauteur de coupe est de 20 à 30 cm (GRANIER, 1972 ; VANCOPPENOLLE, 1988).

L'exploitation peut débuter à partir du 60<sup>ème</sup> jour (30t/ha/vert). Dans la pratique, on exploite lorsque les rendements atteignent 30 t/ha/vert, soit 6 t/MS et on évite de dépasser 60 t/ha/vert, soit 12 t/ha de MS pour limiter les refus (GRANIER, 1972). Ces rendements correspondent à des hauteurs de la plante comprise entre 1,20 m et 1,80 m de hauteur.

### b) Fertilisation

La fumure organique appliquée est de 10 t/ha en troisième et quatrième année ; l'enfouissement de cette masse organique s'effectue lors du sarclage de début de saison des pluies ; tandis que la fumure minérale totale appliquée est de 96 unités N, 102 P et 66 K par ha par an. La dose est fractionnée et répartie en une fumure de fond (12-24-12) à raison de 300 kg/ha apportée lors du sarclage dès les premières pluies et une fumure de production (20-10-10) de 300 kg / ha au cours du sarclage qui suit la première récolte. Cette fumure minérale n'est évidemment appliquée qu'en gestion intensive des cultures (VANCOPPENOLE, 1988 ; GAULIER, 1971).

## C. Productivité et valeur alimentaire

### 1. Productivité

#### a) Production de matière verte

Pour obtenir de bons rendements et une bonne pérennité, l'*herbe à éléphant* nécessite une alimentation en eau régulière et un apport de nutriments. Ce dernier point n'est particulièrement important si la culture est coupée fréquemment et n'est pas pâturée. Les besoins en intrants par tonne de MS produite sont de : N, 10 à 30 kg ; K, 30 à 50 kg ; Ca, 3 à 6 kg ; Mg et S 2 à 3 kg.

Les tableaux I et II (ROBERGE et GODET, 2002) donnent quelques rendements obtenus en Côte d'Ivoire, en culture irriguée, avec l'*herbe à éléphant* var. collet rouge. C'est une des graminées tropicales qui produisent le plus de matière verte. Cependant, son taux de matière sèche varie beaucoup selon les cultivars et les variétés et est généralement faible (moins de 20 %).

**Tableau I : Rendement avec fertilisation moyenne (1) et fertilisation nulle (0), en tonnes de MS/ha/an, en Côte d'Ivoire (Roberge et Godet, 2002)**

Fertilisation	Année 1	Année 2	Année 3	Moyenne
Fert 1	36,6	29,7	11,4	25,9
Fert 0	33,5	17,7	11,3	20,8

**Tableau II : Rendement avec fertilisation couvrant les exportations (1) et avec fertilisation nulle (0) en Côte d'Ivoire (Roberge et Godet, 2002).**

Fertilisation	Année 1	Année 2	Année 3	Moyenne, 1
Fert 1	30,9	27,0	32,5	30,1
Fert 0	24,8	16,1	11,7	17,5

Les rendements, lorsque les souches sont coupées alors qu'elles atteignent 1,50 m de hauteur sont de 40 t/coupe, soit 160 t/an et par ha ; la moyenne des rendements est de 6 kg par pied (GRANIER, 1972).

### b) Rapport feuilles/tiges

Le rapport feuilles/tiges a été calculé sur des plantes au stade idéal de récolte (45-60 jours en saison des pluies). Il s'élève à 0,5. Son mauvais rapport feuilles/tiges ne permet donc pas d'envisager l'exploitation en coupe toute l'année sans craindre la lignification.

## 2. Valeur alimentaire ou fourragère

### 2.1 Valeur fourragère

La détermination des valeurs telles que les matières minérales totales (cendres), les MAB, la cellulose brute et l'insoluble chlorhydrique (silice) par des analyses bromatologiques d'une plante permet d'apprécier la valeur fourragère ou alimentaire de cette dernière.

La valeur fourragère dépend de deux éléments essentiels : la valeur énergétique exprimée en UF et la valeur protéinique ou azotée caractérisée par sa teneur en MAD que l'on exprime en g/kg de MS.

La détermination des teneurs en azote de Kjeldahl, en P, Ca, K, Na, Mg permet également de juger de la valeur fourragère d'une plante.

Pour ce qui est de l'herbe à éléphant, sa valeur fourragère, à l'instar de la plupart d'autres graminées tropicales, varie avec son âge au moment de l'exploitation, ainsi que la fertilisation minérale appliquée. La plupart des auteurs, et notamment **GOMIDE *et al.***, cité par **ROBERGE *et al.***, reconnaissent en effet que c'est le facteur le plus important de sa valeur nutritive. Bien que les plus hauts rendements soient atteints avec des doses élevées d'azote et un cycle d'exploitation d'une durée suffisante (au moins 5 à 6 semaines), la valeur nutritive de l'herbe à éléphant décroît avec l'âge, et ceci d'autant plus rapidement que la croissance est plus élevée. En pratique, son exploitation rationnelle demande donc de tenir le plus grand compte de l'influence saisonnière des facteurs qui agissent sur la croissance végétative, de façon à pouvoir trouver un compromis entre une haute productivité et une qualité nutritive suffisante (**ROBERGE *et al.***).

Les mêmes auteurs montrent l'importance du rapport f/t pour permettre une approche suffisamment précise des meilleures périodes d'exploitation des graminées tropicales dont l'herbe à éléphant. C'est ainsi qu'ils ont retenu deux périodes très caractéristiques de l'année, au cours desquelles la croissance offre les plus grandes différences :

- saison normalement sèche, à basses températures atmosphériques et jours courts, pendant laquelle les vitesses de croissance sont les plus basses, ce qui implique donc des cycles d'exploitation plus longs (7 à 10 semaines) ;
- saison chaude et humide au début de l'hivernage, au cours de laquelle les jours sont les plus longs et les taux de croissance les plus élevés de l'année. Pendant cette période, les cycles d'exploitation sont les plus courts (5 à 6 semaines).

Pendant les cycles longs, **le tableau III** montre que les valeurs énergétiques et azotées sont excellentes jusqu'à 6 semaines environ. La valeur azotée reste très supérieure à 100 g de MAD par kg de matière sèche, ce qui dépasse largement les valeurs habituellement obtenues pour les graminées cultivées (**ROBERGE *et al.*, 1985**). Après 6 semaines, la chute rapide de ces taux montre bien l'étroite corrélation qui existe avec celle du rapport f/t.

Toutefois, même si la durée d'exploitation dépasse 2 mois, les valeurs azotées sont remarquablement élevées, puisque les teneurs en MAD demeurent toujours supérieures à 53 g, limite au dessus de laquelle le fourrage est classé « excellente » (**ROBERGE *et al.*, 1985**).

Plusieurs auteurs ont mis en évidence la haute valeur fourragère de l'herbe à éléphant, à condition qu'elle soit exploitée entre quatre et huit semaines ; mais il a l'inconvénient d'avoir un faible taux de MS (12 à 15%) (**ROBERGE *et al.*, 1985**) ce qui rend difficile à mettre en réserve sous forme d'ensilage.

**Tableau III : valeur fourragère comparée au cours d'une période de basse croissance, en fonction de la durée des cycles d'exploitation et du stade végétatif atteint (f/t) (ROBERGE *et al.* 1985).**

Herbe à éléphant	19 jours			33 jours			41 jours			54 jours		
	UF/kg	MAD g/kg	f/t									
	0,65	138	1,97	0,63	166	1,12	0,67	170	0,96	0,6	101	0,84

Dans les cycles courts, (**tableau IV**), on constate une baisse rapide de la valeur fourragère dès le début de la 4<sup>e</sup> semaine. A ce stade, la valeur énergétique diminue, et cette chute s'accompagne d'une baisse corrélative des valeurs azotées.

**Tableau IV : Valeur fourragère comparée au cours d'une période de forte croissance, en fonction de la durée d'exploitation (cycle court) et du stade végétatif atteint (f/t) (ROBERGE, 1985).**

Herbe à éléphant	19 jours			28 jours			40 jours		
	UF/kg	MAD g/kg	f/t	UF/kg	MAD g/kg	f/t	UF/kg	MAD g/kg	f/t
	0,67	205	1,16	0,54	111	0,95	0,53	99	0,82

Ces auteurs montrent qu'il est impératif d'exploiter la plante à 5-6 semaines ; ils montrent également la corrélation positive qui existe entre la valeur fourragère (azotée en particulier) et celle du rapport f/t. La chute plus ou moins rapide des taux de MAD s'accompagne d'une diminution corrélative des valeurs de ce paramètre.

En conclusion, les deux principales composantes de la valeur fourragère restent nettement plus élevées dans le cas des cycles longs à faible vitesse de croissance. Pendant ces périodes, l'exploitation peut être envisagée entre 6 et 8 semaines. Par contre dès que les taux de croissance s'élèvent, la chute des valeurs fourragères devient de plus en plus rapide.

## 2.2 Teneurs en éléments minéraux

Les teneurs en P, K et Ca dépendent le plus souvent de celles de l'azote qui est reconnu comme étant l'élément fondamental qui limite les variations des autres (**tableau V**). Par conséquent, ils varient avec l'âge des plantes au moment de leur exploitation (**ROBERGE *et al.*, 1995**).

Les teneurs en P, K, et Ca diminuent, comme celles de l'azote, avec l'âge des tissus de l'herbe à éléphant ; à une chute rapide des taux d'azote, correspond une diminution corrélative des taux de K et P, au fur et à mesure que s'allongent dans le temps les cycles d'exploitation. Ces résultats correspondent tout à fait à ceux établis dans l'étude de la valeur fourragère

(ROBERGE *et al.*, 1995). A la fin de la 6<sup>e</sup> semaine la chute en éléments majeurs est importante.

Les mêmes auteurs ont examiné le rapport Ca/P de l'herbe à éléphant et ont trouvé un déséquilibre très accentué (0,59), alors qu'il doit être compris entre 1 et 1,7. Pour corriger ce rapport inversé un apport de phosphate tricalcique en fumure de fond est indispensable lors de l'application de la fumure azotée.

**Tableau V : Valeur moyenne des teneurs en éléments minéraux (p.100) dispersion possible des données recueillies pour des cycles d'exploitation de 4 à 9 semaines, dans les conditions de Sangalkam au Sénégal (ROBERGE *et al.*, 1985).**

Matières minérales totales		Insoluble chlorhydrique		N		P		K		Ca		Ca/P	
x	Ö	x	Ö	x	Ö	x	Ö	x	Ö	x	Ö	x	Ö
12,0	1,6	4,4	1,0	2,34	0,60	0,458	0,074	3,72	0,66	0,270	0,064	0,59	0,17

L'utilisation de l'Herbe à éléphant dans l'alimentation des vaches nécessite donc une correction dans les apports en Ca, en K et en Na.

### 2.3 Cellulose

Lorsque la plante est exploitée alors qu'elle ne dépasse pas 1,5 m de hauteur, le taux de cellulose est inférieur à 3 p. 100 MS. Sur des échantillons riches en matière azotée, on peut avoir des taux de cellulose situés entre 20 et 22 %, ce qui est très bas pour une graminée aussi grossière. Cette teneur alliée à la richesse en matières azotées permet d'utiliser l'herbe à éléphant dans l'alimentation des bovins ; à condition de l'exploiter à l'âge requis, puisque la teneur élevée de cette plante en cellulose diminue le coefficient de digestibilité ; cet inconvénient étant encore aggravé par l'augmentation de la lignification lorsqu'elle est utilisée à un stade végétatif trop avancé ou en saison sèche.

### 2.4 Teneur en carotènes

Des dosages ont été effectués à deux stades pouvant représenter les limites inférieures et supérieures de l'exploitation, c'est-à-dire lorsque la plante a seulement 60 cm de hauteur, et lorsqu'elle atteint 2 m. Les teneurs sont les suivantes :

à 60 cm..... 267 mg/kg de MS

à 2 m..... 89 mg/kg de MS

Ces deux chiffres peuvent donner une échelle des variations. Dans tous les cas, les apports en carotènes peuvent couvrir les besoins du bétail même avec une supplémentation de l'ordre de 2 kg de vert /jour. (30 mg de carotène par jour pour un bœuf adulte.

## D. Utilisations

Il s'agit d'une culture fourragère de fauche destinée à la production de fourrage vert ; il convient aussi parfaitement bien à l'ensilage qui procure un apport fourrager complémentaire en période de disette dans les régions peu peuplées où subsistent encore de grandes superficies de pâturages naturels. L'affouragement en vert est pratiqué dans les

régions à forte densité de populations et donc intensivement cultivées. Il y est réservé à du bétail maintenu en stabulation permanente.

Les teneurs en matières azotées de la plante exploitée à un stade convenable (< 1,5 m de hauteur) en saison des pluies permettent une certaine production lactée. Des essais effectués au C.R.Z de Kianjasoa à Madagascar ont montré qu'une ration de Kisozi préfanée, distribué ad libitum permettait à des vaches métis – Friesland et Sahiwal de maintenir une production journalière de 8 l de lait (GRANIER, 1972).

En saison sèche, la ration doit être supplémentée en azote (urée, tourteau, issues de riz). En toutes saisons, le fourrage vert peut permettre une production de viande. Ce fourrage couvre également, les besoins en carotène, et en phosphore. Le fourrage est habituellement distribué à l'étable, en vert ou préfané, mais il peut être pâturé sur les terres hautes et irrigables.

Il est à noter que par suite de sa productivité élevée en saison des pluies, dans le cadre d'une exploitation ne disposant pas d'irrigation, il est nécessaire d'ensiler une ou deux coupes en saison des pluies si l'on ne veut pas être obligé d'éliminer un fort pourcentage de refus. Grâce à sa rapidité de croissance et son enracinement, c'est une excellente plante anti – érosive.

### **E. Phytopathologie**

La maladie la plus connue est la rouille provoquée par *Helminthosporium sacchari* ; le meilleur contrôle est de cultiver une variété résistante (ROBERGE et GODET, 2002).

Si la plante n'est pas coupée au ras du sol, les feuilles qui repoussent peuvent présenter une dégénérescence, que certains auteurs attribuent à une virose (ROBERGE et GODET, 2002.)

On peut observer l'apparition de taches blanches provoquées par *Beniowskia sphaéroïdes* qui n'a toutefois que peu d'influence sur la production du fourrage (VANCOPPENOLLE, 1988).

## **II. Conservation de l'Herbe à éléphant par le procédé d'ensilage**

### **A. Généralités sur les ensilages**

#### **1. Définition de l'ensilage**

C'est un mode de conservation des fourrages humides en l'absence d'oxygène qui utilise le pouvoir acidifiant des bactéries lactiques. La fermentation spontanée du fourrage vert à l'abri de l'air entraîne une acidification suffisante pour empêcher le développement d'autres fermentations nuisibles, ce qui stabilise la composition du produit (IEMVT, 1994).

Le terme « ensilage » désigne aussi bien la technique de réalisation que le produit fini prêt à être utilisé.

## 2. Principes de conservation

Pour être conservé, l'Herbe à éléphant doit présenter une certaine teneur en sucre et doit être placé à l'abri de l'air. Ces deux conditions permettent le développement de fermentations acidifiantes inhibant d'autres fermentations indésirables, causes de dégradation du produit. Les bactéries lactiques contaminent naturellement le fourrage vert. Elles se multiplient rapidement si, il y a à la fois présence en quantité importante de sucres rapidement libérés et absence d'oxygène.

## 3. Types de silo

### a) Le silo taupinière ou silo meule

On ensile en tas au ras d'un sol paillé sec en pente légère (2 à 5 %) et l'herbe à éléphant est recouverte d'une bâche plastique. C'est une technique très peu chère, puisque le seul investissement est celui du plastique. On choisira de préférence un plastique opaque de manière à ce que les oiseaux ne puissent voir le fourrage, sinon ils le troueraient. On couvrira le plastique d'une couche de terre de plusieurs dizaines de centimètres pour assurer le tassement le plus important possible. Pour ensiler 3 ha, il faut une longueur de 15-16 m, une largeur de 8-9 m et 1,5 m de hauteur.

### b) Le silo tranché ou silo fosse

Enterré ou semi-enterré, il peut être construit en béton armé ou non, à l'aide d'un coffrage simple. Il est également possible de trouver des éléments de parois préfabriqués. Il est le plus utilisé dans les pays tropicaux dans de petites exploitations parce que de réalisation facile. Il se charge et se décharge facilement et peut permettre l'alimentation directe du bétail.

### c) Le silo couloir

Il est constitué d'un couloir fermé par deux murs de maçonnerie. Ce silo présente l'avantage d'une possibilité d'extension et a l'inconvénient d'occuper une surface importante. La base du silo doit être étanche, faite d'un bétonnage de 20 cm d'épaisseur environ. Il doit présenter une pente d'environ 3 à 5 % et une à deux rigoles vers un puisard. Il faut prévoir les dimensions sachant qu'un ha d'herbe à éléphant fournit 40-50 tonnes et exige 70 m<sup>3</sup> de silo, 55-60 m<sup>3</sup> après tassement.

### d) Le silo cuve

Enterré, il est construit en béton, coulé sur place à l'aide de coffrage demi cylindrique que de plus en plus, on peut trouver préfabriqué. Il assure une bonne conservation, mais reste coûteux.

### e) Le silo tour

Conçu sous forme d'une haute tour cylindrique, le silo tour a l'avantage d'assurer une protection totale contre les eaux de ruissellement ou d'infiltration, de réduire au maximum par rapport au volume stocké, la surface de tas en contact avec de l'air, d'avoir un tassement

permanent sous l'effet du poids de la masse de l'herbe à éléphant haché et de permettre une mécanisation complète des opérations de chargement, de déchargement et de distribution aux animaux. Le remplissage se fait par le haut et le désilage par le bas. Il a l'inconvénient d'être cher, puisqu'il est construit en acier.

#### 4. Choix du silo

La conservation de l'herbe à éléphant peut être assurée dans tous les types de silo. Le choix dépendra de la taille de l'exploitation ainsi que les moyens dont dispose l'éleveur. Pour les petites exploitations, le silo couloir ou le silo meule conviendrait bien.

### B. Préparation de l'ensilage du Herbe à éléphant

#### 1. Evolution

##### Processus fermentaires dans un silo

Lors de la conservation, deux types de réaction se mettent en place. Au départ et toujours en présence d'oxygène, des réactions enzymatiques s'installent. Cette phase est courte, surtout lorsque le silo est hermétiquement fermé, l'oxygène étant ensuite épuisé rapidement. Les bactéries anaérobies, en particulier la flore lactique se développent plus tard, et auront tendance à diminuer le pH à l'intérieur du silo ce qui permet la stabilité de la conservation (DEMARQUILLY, 1987 ; DULPHY, 1984).

##### a) Première phase : action des enzymes (phase aérobie)

Dès la mise en silo, en présence de l'oxygène, les réactions enzymatiques se déclenchent :

La respiration : après la fermeture du silo, les cellules végétales, en présence d'oxygène et à un pH de 6, 5-7,0, respirent activement, ce qui induit une combustion des glucides solubles en produisant du gaz carbonique et de la chaleur. Cette respiration brûle les sucres qui vont être nécessaires au développement de la flore de l'ensilage (DEMARQUILLY, 1987). Il convient donc de la limiter, et pour cela, remplir rapidement le silo et le fermer, le plus hermétiquement possible grâce à l'utilisation de films plastiques dès la fin du remplissage (zéro oxygène le plus vite possible).

Les moyens mis en œuvre pour favoriser cette étape sont notamment :

- la récolte de l'herbe à éléphant au bon stade, c'est - à - dire végétatif, son étalement et son tassement en couches très minces et la fermeture rapide du silo.

- l'hydrolyse des glucides en glucose et fructose, qui constituent avec les acides organiques de l'herbe à éléphant la principale source d'énergie des micro-organismes fermentaires.

- La protéolyse des protéines (qui représentent 75 à 85 % de l'azote total de l'herbe à éléphant) sont dégradées jusqu'au stade d'acides aminés, avec libération d'ammoniac et d'azote soluble. L'action des enzymes protéolytiques est arrêtée lorsque le pH descend au

dessous de 4, d'où la nécessité d'une descente rapide du pH si l'on veut conserver une bonne valeur azotée au fourrage.

Lors de cette phase, les micro-organismes aérobies se développent très peu et n'auront aucun effet sur la conservation des ensilages, à condition bien sûr que l'oxygène résiduel dans la masse du fourrage soit faible. Ceci est aussi assuré par un tassement convenablement effectué et une fermeture hermétique du silo.

### **b) Deuxième phase : action des micro-organismes (anaérobie)**

Les micros – organismes présents sur l'herbe à éléphant sont en majorité aérobie. Après un bref développement, ils disparaissent par suite du manque d'oxygène. La flore spécifique de l'ensilage va alors se développer.

#### **- Coliformes**

Ils sont les premiers à se développer car ils sont anaérobies facultatifs. Ils transforment les sucres en acide acétique avec libération de gaz carbonique. S'ils contribuent à un début d'acidification, ils le font avec un très mauvais rendement et ne sont donc pas intéressants. D'autant qu'ils s'attaquent aussi aux acides aminés pour les transformer en  $\text{NH}_3$  et acides volatils. L'action de cette population ainsi que son rendement sont très faibles. Leur action s'arrête lorsque le pH descend au dessous de 4,5.

#### **- Bactéries lactiques**

Elles sont peu nombreuses au départ mais sont capables d'un développement très rapide quand elles trouvent de bonnes conditions du milieu, à savoir, une absence rapide d'oxygène et la présence de sucres en quantité importante et libérée rapidement, d'où l'importance, là encore, de la finesse de hachage. Elles transforment les sucres en acide lactique.

Si la quantité de sucre est suffisante (au moins 10 p 100 de la matière sèche en coupe directe), le pH descend rapidement un peu en dessous de 4,0 et il y a inhibition de toute activité bactérienne y compris de la flore lactique.

De même l'activité protéolytique des enzymes de la plante s'arrête. On a donc atteint un état stable permettant une conservation presque indéfinie, du moins en l'absence de l'oxygène. En revanche, si le pH ne descend pas suffisamment bas (sucre en quantité insuffisante) ou s'il descend trop lentement (présence d'oxygène pendant trop longtemps dans le silo), les bactéries butyriques (clostridies) vont se développer.

#### **- Bactéries butyriques**

Anaérobies apportés sous forme de spore par la terre. Leur développement intervient avec un peu de retard par rapport aux bactéries lactiques car elles ont besoin de germer avant d'être actives. Leur développement est très vite arrêté lorsque le pH atteint 4.

### **Troisième phase : fermentation à l'ouverture du silo**

La troisième phase d'évolution de l'ensilage, dite post – fermentation, reprend à l'ouverture du silo. Cette post – fermentation qui se caractérise par un échauffement plus ou moins rapide suivant la température extérieure de la tranche d'ensilage en contact avec l'air, est provoquée par le développement rapide de levures de moisissures qu'il convient de prendre de vitesse par un avancement suffisamment régulier et rapide, du front d'attaque du silo.

Les levures sont à la fois aérobies et anaérobies. En milieu anaérobie, elles fabriquent essentiellement de l'alcool à partir des sucres. En milieu aérobie, elles métabolisent la matière organique avec un dégagement important de chaleur.

Les moisissures sont des aérobies strictes. La présence de parties moisies à l'ouverture du silo indique donc toujours un manque d'étanchéité de celui-ci. En présence d'air, elles métabolisent les sucres résiduels et les acides organiques et laissent un résidu inconsommable.

En revanche, les ensilages mal conservés sont difficilement moisies à l'ouverture du silo. Les acides propioniques, butyrique, valérianique...qu'ils contiennent sont en effet des antifongiques.

## **2. Conséquences pratiques**

L'amélioration des techniques d'ensilage vise donc à optimiser les paramètres fermentaires par des ajustements à chacune des phases de la fabrication du silo, de sa conservation et de son utilisation. Trois conditions doivent être réunies rapidement : l'anaérobiose jusqu'à l'utilisation de l'ensilage, la disponibilité en sucres fermentescibles et l'acidification.

L'anaérobiose dépend, par ordre d'importance et de priorité, de la vitesse de remplissage du silo, de son étanchéité et de la finesse de hachage. La quantité d'air initiale enfouie avec le fourrage est toujours faible. Elle l'est d'autant que le hachage est fin et la teneur en eau suffisante pour favoriser le tassage.

C'est surtout le renouvellement de l'air qu'il faut réduire au maximum. Il faut donc privilégier la vitesse de remplissage par rapport à la finesse de hachage et les moyens consacrés au tassement. Le soin apporté à la propreté du fourrage récolté (sans terre) et à l'étanchéité conditionne aussi pour une grande part la qualité de l'ensilage. En fait, ce sont la sous mécanisation et les difficultés d'approvisionnement en bâches qui limitent les applications et le développement de la technique d'ensilage en région tropicale, en particulier dans les pays en voie de développement.

### 3. Facteurs de réussite de l'ensilage

Certaines pratiques doivent être respectées, notamment le respect d'une faible teneur en eau au moment de sa récolte et les bonnes pratiques lors de la mise en silo. Ces paramètres viennent aider l'installation rapide du processus fermentaire recherché (fermentation lactique), et éviter l'installation des facteurs perturbateurs de la conservation (DEMARQUILLY, *et al.*, 1998 ; DULPHY, 1984).

#### 3.1 Choix du stade de récolte de l'herbe à éléphant

Une teneur en matière sèche (MS) élevée a pour conséquence d'augmenter la teneur en sucres, mais aussi la pression osmotique. Celle – ci est proportionnelle au nombre de molécules dissoutes par unité de volume. Les bactéries butyriques et protéolytiques sont très sensibles à une augmentation de la pression osmotique, alors que les bactéries lactiques sont moins sensibles. Pour les fourrages très jeunes ou très pauvres en protéines, le facteur limitant de l'acidification est l'insuffisance des réserves glucidiques solubles, fermentescibles par les bactéries lactiques. Cependant, la qualité (valeur nutritive et ingestibilité) de l'herbe à éléphant diminue avec l'âge (DULPHY, 1984). Par conséquent, il ne faut pas ensiler ni trop jeune, ni très vieux.

#### 3.2 Favoriser la fermentation lactique

En absence de l'air, la température reste inférieure à 35°C. Ceci limite le développement des ferments butyriques et favorise la prolifération et l'activité de la microflore lactique (MOULE, 1981). Un fort tassement, un silo étanche et l'état physique du fourrage (hachage et lacération préalable) favoriseront l'obtention rapide et la conservation de cette anaérobiose.

Le hachage de l'herbe à éléphant avant la mise en silo permet la libération des glucides cellulaires qui seront à la disponibilité de la flore lactique. La finesse du hachage conditionne, non seulement la facilité de tassement, mais favorise aussi l'ingestion et la valorisation de l'herbe à éléphant ensilage pour les ruminants. Un fourrage finement haché ne doit contenir que 1 % ou moins de grosses particules (> 20 mm) ; les particules de taille moyenne (entre 10 et 20 mm), doivent avoir une proportion de l'ordre de 10 à 15 %, afin d'assurer un apport suffisant en fibres pour les ruminants, sans pour autant défavoriser l'ingestibilité (DULPHY, 1984).

Une des conditions de la bonne conservation des fourrages au cours de l'ensilage, tient à éviter sa contamination par les spores butyriques apportées par la terre. Il faut donc éviter au maximum l'introduction de cette dernière dans le silo.

Le tassement de l'ensilage lors de sa mise dans le silo, permet d'éviter l'installation des moisissures, par réduction du volume d'air contenu dans le fourrage. La facilité du tassement est conditionnée par la teneur en matière sèche du fourrage. Des teneurs supérieures à 40 % MS rendent difficile le tassement et peuvent entraîner des pertes suite à la mauvaise conservation (DULPHY, 1984).

La conservation de l'herbe à éléphant sous forme d'ensilage exige une anaérobiose totale du milieu, défavorisant le développement des moisissures, des populations microbiennes aérobies et les réactions enzymatiques tendant à réduire les protéines contenues dans le fourrage (MOULE, 1971). La limitation des pertes est assurée par une fermeture rapide du silo, le jour même de la récolte si possible, sinon dans les deux ou trois jours qui suivent au plus tard.

### 3.3 Réduction du pH et de l'humidité

Plus le taux d'humidité et le pH sont bas, moins les pertes en réserves glucidiques deviennent intenses. En effet, dans l'ensilage où le pH est supérieur à 4 et où l'humidité est trop grande, une population de microorganismes sporulés lactofermentaires apparaît et dégrade l'acide lactique avec production d'acide butyrique. Cette dernière phase, qui s'accompagne d'une protéolyse intense, est néfaste pour la valeur du produit final. Pour éviter les processus indésirables et augmenter la pression osmotique, une humidité de 40 p.100 et un pH inférieur à 4 sont préconisés (SOLTNER, 1990). Lorsque ce dernier atteint 3,5, les processus biologiques néfastes sont stoppés. On peut atteindre ces conditions par un pré fanage et un drainage du jus ainsi qu'en provoquant une acidification par des moyens naturels ou artificiels (utilisation de conservateurs, hachage et macération).

### 3.4 Utilisation des sucres fermentescibles

Comme nous l'avons dit plus haut, un fourrage s'ensile facilement quand il contient suffisamment de glucides solubles qui sont les substrats nécessaires à la fermentation lactique. On peut rendre disponibles ces sucres par trois moyens :

- en ajoutant des produits de conservation contenant du sucre comme la mélasse
- en favorisant la production de sucre dans le fourrage (choix du temps de récolte).
- en aidant la libération du sucre contenu dans les jus cellulaires par hachage fin et lacération de l'herbe à éléphant.

### 3.5 Inhiber les fermentations nuisibles

La dangereuse fermentation est celle qui produit l'acide butyrique, à forte odeur de beurre rance, nettement décelable autour des mauvais ensilages (SOLTNER, 1990). Cette fermentation butyrique est fréquente chez les ensilages des fourrages riches en protéines et pauvres en glucides (Risse, 1969). Elle est due à la présence de clostridies généralement apportées par la terre lors du remplissage du silo. Elles transforment alors l'acide lactique en acide butyrique, toxique pour le bétail et dégradent les protéines en ammoniac et en amine (putrécine, cadavérine, histamine) qui, en relevant le pH, ne font qu'accélérer la décomposition de l'ensilage. De plus, l'ammoniac ainsi produit passe en grande partie dans le sang, lors de la digestion, et est éliminé dans l'urine sans aucun bénéfice pour l'animal.

L'abondance de sucres solubles, le hachage ou lacération, le remplissage et la fermeture précoce du silo, l'absence de souillure par la terre qui favorisent une parfaite et rapide anaérobiose, inhibent les mauvaises fermentations grâce à une forte acidification lactique.

## 4. Amélioration des chances de réussite de l'herbe à éléphant.

### 4.1 Préfanage

Le préfanage consiste en un léger fanage permettant une augmentation de la MS du fourrage avant l'ensilage (**ROBERGE *et al.*, 1999**). En augmentant le taux de MS, le préfanage réduit assez fortement les pertes et augmente la qualité de l'ensilage.

#### 4.1.1 Avantages du préfanage

Le préfanage freine le développement des bactéries butyriques et protéolytiques par augmentation de la pression osmotique ;

Les pertes de jus sont réduites ou nulles. Les pertes de jus d'une teneur en MS de l'ordre de 23 à 27 p 100 environ sont raisonnables.

Le transport du fourrage à ensiler requiert moins de travail ; puisqu'il y a évaporation au cours du pré-fanage.

Le préfanage permet d'avoir un fourrage mieux apprécié par le bétail. En effet, plus l'ensilage est réussi, plus sa consommation est importante.

Le préfanage favorise la fermentation lactique en éliminant les fermentations acétiques. Ceci rend ainsi moins nécessaire l'utilisation d'un conservateur ou limite la dose (**EMVT, 1994**).

#### 4.1.2 Inconvénients du préfanage

Dépendances des conditions atmosphériques : le préfanage ne peut s'effectuer que par le temps ensoleillé, il y a des pertes par respiration. En cas de pluies, sur le fourrage préfané, la perte de valeur peut dépasser celle des jus d'un ensilage de coupe directe.

Perte dans les champs : si le préfanage n'est pas modéré, les pertes se rapprochent de celles d'un fanage complet qui, sont supérieures à celles d'un ensilage en coupe directe bien conservé. Il semble raisonnable d'arrêter quand la teneur en MS de l'herbe à éléphant atteint 28 à 35 p 100. Cette condition est atteinte quand le préfanage dure 2 à 3 jours.

Expulsion plus difficile de l'air : lors de l'ensilage de l'herbe à éléphant verte préfanée, l'expulsion de l'air s'avère plus difficile, le fourrage se tasse moins bien par la suite de son élasticité. Il s'en suit que les risques de moisissures et d'échauffement sont plus grands. Ce danger de moisissure est moindre pour les fourrages jeunes et feuilles soumis à un pré fanage modéré.

Accroissement des pertes en carotènes : le  $\beta$  - carotène ou provitamine A est détruit sous l'influence du soleil pendant la dessiccation. Néanmoins, la teneur en vitamine D est augmentée par le préfanage (**EMVT, 1994**).

Augmentation du contenu d'azote non protéique : le préfanage prolongé est accompagné par l'augmentation du contenu d'azote non protéique du fourrage à ensiler.

## 4.2 Hachage, lacération

Le hachage sectionne simplement le fourrage en réduisant la longueur des brins tandis que la lacération déchire en plus une partie des cellules, ce qui permet une libération plus rapide de leurs sucres solubles.

### Avantages du hachage et de la lacération

Ils améliorent le tassement et la libération des sucres solubles présents dans les jus cellulaires. En effet, ces traitements accélèrent la fermentation lactique et donc l'abaissement du pH, limitent de ce fait la dégradation enzymatique et les pertes d'azote dans les jus, et inhibent la fermentation butyrique (SOLTNER, 1990).

Ils assurent une meilleure répartition des produits de conservation dans le fourrage car l'homogénéité de leur répartition est d'une grande importance dans leur intervention.

Ils permettent une meilleure utilisation de la capacité du silo ;

Ils augmentent l'ingestion du fourrage ; en effet, le hachage améliore la qualité de l'ensilage et diminue l'importance des refus et delà une augmentation du niveau d'ingestion.

## 4.3. Tassement

Le tassement énergétique permet la création d'une aérobiose qui, en asphyxiant les cellules végétales, limite le développement ferments butyriques et favorise la prolifération et l'activité de la microflore lactique. Il peut être réalisé par un tracteur, un piétinement de la main d'œuvre ou par un fût rempli d'eau.

## 4.4. Emploi des conservateurs

Un conservateur d'ensilage est un produit qui, ajouté au fourrage lors du remplissage du silo, permet d'éviter les fermentations nuisibles (SOLTNER, 1990). L'emploi des conservateurs permet :

- une stimulation de la fermentation lactique par enrichissement du milieu en sucres fermentescibles par la micro flore lactique ;
- une inhibition de l'activité bactérienne indésirable par adjonction des substances à effet bactériostatique,
- un abaissement prompt du pH des matériaux ensilés par acidification artificielle avec des acides.

### Les divers produits conservateurs utilisés :

#### 1. Les acides organiques

Ils sont destinés à abaisser brutalement le pH en dessous de 4 et empêcher ainsi toute fermentation. Le plus commun est l'acide formique à 85 % ; qui est transformé dès son arrivée dans le rumen en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>. On l'utilise à la dose de 3.5 litres par tonne de fourrage vert. Cette dose, abaisse le pH jusqu'à 4,5, la fermentation lactique prenant ensuite le relais pour l'abaisser jusqu'à 3,8 à 4.

2. Les sucres fermentescibles accroissant la fermentation lactique.

C'est notamment la mélasse qui est utilisée à raison de 20 kg par tonne. Elle est diluée par un volume égal d'eau.

3. Les bactériostatiques

Limitent les fermentations nuisibles. Il s'agit de formiate de calcium, sulfate de sodium ou le formol. On emploie le formol à 35 %, additionné ou non de sels dérivés de l'acide formique, à raison de 7 l/tonne d'herbe à éléphant. L'addition du sel de cuisine (Na Cl) augmente la pression osmotique et par conséquent, freine le développement des bactéries butyriques et protéolytiques.

4. Les antimoisissures

Comme leur nom l'indique, ces produits permettent de lutter contre les moisissures et complètent ainsi l'action du tassement, du remplissage et de la fermeture du silo. Ils sont surtout utilisés à la surface du silo, le plus fréquemment utilisé est l'acide propionique ou le mélange acide formique, acide propionique (SOLTNER, 1991).

Pour améliorer la valeur nutritive de l'Herbe à éléphant, on peut ajouter dans le silo des correcteurs d'ensilage contenant de l'urée et des minéraux.

### **Limite de l'emploi des conservateurs**

L'emploi des conservateurs d'ensilage est préconisé uniquement pour les fourrages difficiles à ensiler, comme l'herbe à éléphant. Il faut respecter la dose prescrite et assurer une répartition homogène du produit dans la masse du fourrage. Leur emploi ne constitue pas une garantie, mais seulement un atout supplémentaire de réussite. En effet, le non respect des règles telles qu'elles ont été énoncées précédemment peut occasionner des échecs malgré leur utilisation.

Il y a également des limites économiques à l'emploi des conservateurs, il faut que leur prix d'achat soit suffisamment intéressant pour qu'on puisse amortir leur emploi.

### **4.5. Drainage et couverture du silo**

Le jus, préjudiciable à la conservation et à l'appétibilité de l'ensilage, doit être évacué par drainage du silo.

La couverture est destinée à éviter soit le passage de l'air et de l'eau de pluie, soit le contact du fourrage avec la terre. Elle est réalisée par un film de matière plastique étroitement plaqué à l'ensilage.

### **4.6. Remplissage et fermeture du silo**

Le remplissage du silo doit être effectué en 1 ou 2 jours au maximum afin d'éviter le plus possible le contact de l'herbe et de l'air ; ceci est rendu possible grâce à l'utilisation d'une bâche plastique qui est ensuite recouverte de sable, de terre ou de sciure.

Il est conseillé d'entourer le silo d'une clôture afin d'empêcher les animaux à venir le piétiner. Les crevasses se produisant dans la terre de couvercle doivent être rebouchées dès qu'elles apparaissent.

## C. Bilan de la conservation de l'ensilage

### 1. Altération de l'ensilage

Cette altération découle des évolutions néfastes que subit l'ensilage au cours de son séjour dans le silo.

#### 1.1 Pertes quantitatives et de valeur alimentaire dues à l'ensilage

Les pertes quantitatives sont dues aux jus, mais aussi :

- à la production de gaz associé à la respiration, puis à la fermentation ; 5 à 10 % de la matière sèche ensilée est ainsi transformée, sans perte corrélative d'énergie brute, car une perte de des gaz des acides gras volatils, ingérés et utilisés par l'animal ;
- aux moisissures et aux pourritures, à la périphérie de silo, quand l'étanchéité n'est pas complète ;
- à la reprise en fermentation lors e l'ouverture du silo et de son utilisation (DEMARQUILLY *et al.*, 1988).

Au total, ces pertes représentent, 10 à 25 % de la matière sèche en silo traditionnel. Elles ne sont que de l'ordre de 5 % pour les balles rondes enrubannées à plus de 45 % de matière sèche (DEMARQUILLY *et al.*, 1988).

La valeur alimentaire de l'ensilage est évaluée par comparaison avec celle du fourrage vert. La digestibilité de la matière organique est peu diminuée, sauf en cas de mauvaise conservation ou de pertes excessives des substances solubles dans le jus. La valeur énergétique de l'ensilage est donc proche de celle du fourrage vert (ROBERGE *et al.*, 1999).

En revanche, bien que la teneur en matière azotée digestible soit peu modifiée (puisque les teneurs en matières azotées non digestibles n'augmentent pas), la valeur azotée réelle, exprimée par la teneur en PDI, est diminuée par :  
la dégradation plus rapide des protéines en acides aminés et en ammoniac dans le rumen ;

une moindre efficacité de la synthèse microbienne dans le rumen, due au fait qu'une partie de l'énergie digestible, ingérée sous forme d'acides gras volatils ou d'acide lactique, est directement absorbée par la paroi du rumen et n'est donc pas disponible pour la protéosynthèse bactérienne (ROBERGE *et al.*, 1999).

En conséquence, les pertes urinaires d'azote sont accrues par la consommation d'ensilage. La quantité d'azote retenu, facilement divisée par deux, peut devenir nulle voire négative avec un mauvais ensilage (ROBERGE *et al.*, 1999).

Les quantités ingérées peuvent être inférieures de 30 % à celles des fourrages verts (tableau VI) avec des ensilages à brins longs, à faible teneur en matières sèche et sans conservateurs. L'ingestion de l'ensilage augmente avec la finesse de hachage, la teneur en

matière sèche - jusqu'à 35 % - et les qualités fermentaires. Les meilleurs ensilages sont aussi bien ingérés que le fourrage vert.

**Tableau VII : Ingestibilité relative (herbe verte : 100) des ensilages chez les bovins (d'après DEMARQUILLY *et al.*, 1998).**

MS (%)	Brins longs > 10 cm		4 cm < brins courts > 10 cm		
	Avec conservateur	sans conservateur	Avec Conservateur	sans conservateur	
Ensilage direct	17	68	78	80	92
	20	72	81	85	96
	23	76	85	90	100
Ensilage préfané	32	89	92	97	102
	35	35	97	100	107

## 1.2. Modifications de composition chimique

La composition chimique classique est peu modifiée par l'ensilage. Les modifications les plus importantes portent sur:

1. les glucides solubles et les acides organiques (malique et citrique) qui disparaissent et sont remplacés par de l'acide lactique, des acides gras volatils et des alcools ;
2. les constituants azotés, partiellement transformés en NH<sub>3</sub>, acides aminés libres et amines (DEMARQUILLY *et al.*, 1998).

## 2. Appréciation de la conservation d'ensilage

### 2.1. Méthodes physiques d'appréciation

Pour apprécier, la qualité de son ensilage, l'agriculteur se base souvent sur certains critères physiques simples, telles que la couleur, l'odeur et la structure.

#### 2.1.1 La couleur

Un bon ensilage conserve une couleur vert – jaunâtre. La température est parmi les facteurs qui peuvent influencer sur la couleur de l'ensilage :

Une température basse assure souvent une couleur voisine de la couleur de la plante ensilée.

A partir de 30 °C, la couleur devient jaune foncé ; au-delà de 45°C, jusqu'à 60°C, la couleur se rapproche de plus en plus du brun ; au-delà de 60°C, elle devient de plus en plus noire par caramélisation des sucres (SOLTNER, 1991).

#### 2.1.2 Odeur

Un bon ensilage possède une odeur fruitée douce, légèrement acide. Une odeur aigre traduit la présence d'acide acétique, tandis que l'odeur rance et nauséabonde d'acide butyrique dénonce un ensilage raté. Une odeur de moisi relève un manque de tassement suffisant et présence d'oxygène dans le silo. Une odeur sui generis d'urine de truie ou de matières fécales est l'indice d'une forte dégradation des protéines (SOLTNER, 1991).

#### 2.1.3 La structure de l'ensilage

La structure de la plante doit être complètement reconnaissable après l'ensilage. Cependant, la lacération et surtout le broyage peuvent détruire une partie de la structure du fourrage. Une structure détruite est signe d'une putréfaction avancée et l'aspect visqueux,

glaireux de l'ensilage dénote l'action des microorganismes pectolytiques dans l'ensilage (SOLTNER, 1991).

## 2.2. Méthodes chimiques d'appréciation

Elles comportent la détermination de l'acidité d'ensilage, le dosage des acides organiques (acide acétique, propionique, butyrique et lactique) qui constituent les métabolites principaux des fermentations dans l'ensilage. La teneur en ammoniacque libre et mieux, le rapport azote ammoniacal par azote total exprimé en %, constituent un critère d'appréciation très valable des protéines (tableau VII).

**Tableau VII : Barème d'appréciation de la qualité des ensilages (DEMARQUILLY, 1990).**

Classe de qualité	Acides (g/kg MS)		p. 100 N total	
	acétique	butyrique	N-NH <sub>3</sub>	N Soluble
excellent	20	0	5 - 7	50
bon	20-40	> 5	7 - 10	50 -60
médiocre	40-50	>5	10 -15	60 - 65
mauvais	55-75	>5	15 - 20	65 - 75
très mauvais	> 75	>5	> 20	> 75

### 2.2.1 La mesure du pH

Les valeurs stables du pH des ensilages provenant de fourrages préfanés ne seront pas les mêmes que pour les ensilages non préfanés. Pour les ensilages non préfanés, on apprécie la qualité de l'ensilage en se basant sur les valeurs du pH, tandis que pour les ensilages préfanés, le pH qu'il faut atteindre dans l'ensilage dépendra de la MS (VANBELLE, 1981 ; tableaux VIII et IX).

**Tableau VIII : Appréciations de la qualité d'ensilage basée sur la mesure du pH (fourrage non préfané) d'après VANBELLE, 1981.**

Valeur du pH	Appréciation
3.5 - 4.1	Très bonne
4.2 -4.5	Bonne
4.5 - 5.0	Moyenne
5.1 - 5.6	Mauvaise
5.6 et plus	Très mauvaise

**Tableau IX** Appréciation de la qualité de l'ensilage basée sur la mesure du pH (fourrages préfané) d'après VANBELLE, 1981.

MS en P.100	PH stable
20	4.2
25	4.3
30	4.4
35	4.6
40	4.8
45	5.0
50	5.2
55	5.4

### 2.2.2 Le dosage des acides organiques

Les divers acides gras volatils : acide acétique, propionique, butyrique, caproïque et valérique sont, le reflet des fermentations et des desmolyses au sein de l'ensilage. Il est donc indiqué de tenir compte à la fois du type d'acide formé et de sa quantité pour juger de la réussite d'un ensilage (SOLTNER, 1990).

### 3 Règles pratiques d'utilisation d'ensilage

Le fourrage ensilé est utilisable au bout d'un mois et peut en principe se conserver indéfiniment. On peut le distribuer à tous les animaux, excepté les jeunes animaux ; cependant, il faut respecter quelques normes de distribution.

La quantité à distribuer dépend de l'espèce animale, de l'âge, ainsi que de la nature et la qualité des ensilages disponibles. Généralement, l'ensilage sert de complément au cours de la saison sèche. Tous les ruminants adultes peuvent en recevoir, mais il faudra surtout les réserver aux laitières.

Il est bon de neutraliser l'acidité des ensilages humides surtout s'ils sont conservés aux acides par un mélange égal de bicarbonate de sodium et de carbonate de sodium à raison de 10 à 30 g par kg d'ensilage.

L'ensilage est à distribuer le plus loin possible de la traite.

Il est enfin recommandé de veiller à la complémentation minérale de la ration à l'ensilage du fait de l'action déminéralisant de l'acidité (RIVIERE, 1991).

### 4. Désilage

Le désilage consiste à couper les tranches dans l'ensilage pour les proposer aux animaux. L'ensilage s'étant fortement tassé par les fermentations, les coupes se font soit à la machette, soit au croc à dents.

Il importe de couper chaque jour une tranche d'au moins 10 cm d'épaisseur sans provoquer dans la masse d'ensilage des fissures pouvant permettre l'entrée de l'air. Une fois la ration coupée, il faut replacer le film plastique sur la masse. Dans un silo cuve, le désilage se fait en tranches horizontales et en tranches verticales dans les autres types de silo (RIVIERE, 1991).

## 5. Influence sur la santé animale

Si l'ensilage est réussi, il constitue un excellent aliment, sinon, il peut avoir une influence défavorable sur l'état de santé du bétail. Un excès d'acidité peut provoquer un déséquilibre au niveau de l'organisme, entraînant des troubles de l'acidose en abaissant le pH du rumen (SOLTNER, 1990).

Chez la brebis, des ensilages préfanés risquent de provoquer l'engraissement et conduire ainsi à l'infertilité (RIVIERE, 1991).

Un ensilage mal réussi contient un excès d'azote ammoniacal qui alcalinise le sang et un excès d'acide butyrique qui abaisse le taux de glucose sanguin et augmente son taux d'acétone conduisant aux complications acétonémiques. (SOLTNER, 1990).

## CONCLUSION

Parmi les fourrages à couper dont dispose l'éleveur des pays tropicaux actuellement pour pouvoir intensifier ses productions animales, l'herbe à éléphant est parmi ceux qui présentent de nombreux avantages :

Son implantation est facile et ne demande pratiquement pas de sarclage ; sa croissance est rapide ; sa productivité et sa valeur fourragère en font une des meilleures espèces fourragères pour l'affouragement en vert à l'étable et se prête bien à l'ensilage.

Toutefois son utilisation dans l'alimentation des vaches laitières nécessite une correction dans les apports de certains éléments comme le calcium, le potassium et le sodium.

Son ensilage permet de subvenir aux besoins des animaux pendant les périodes difficiles de saison sèche, mais il faut que toutes les étapes de fabrication de l'ensilage soient suivies scrupuleusement si l'on veut obtenir un produit de qualité.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOUDET G., 1984.** Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères ; Maisons-Alfort, France, CIRAD – IEMVT ; 4<sup>e</sup> édition révisée ; 242 p.
- DEMARQUILLY C., 1986.** L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. Bull. tech. CRSV ; Theix, INRA, **63** : 5-12.
- DEMARQUILLY C., 1987.** La conservation des fourrages. Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants ; IRZ/IEMVT-Ngaoundere-Cameroun-16-20 Novembre 1987. Etudes et synthèse de l'IEMVT n° 30.
- DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., 1988.** Valeurs nutritives et alimentaires des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage. Fourrages, **155** :349-369.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J. P., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins, **16** :315 -344.
- DULPHY J. P., 1984.** La technique de l'ensilage ; Plasticulture, **63** :2-14
- GAULIER J.P., 1971.** Composition en acides aminés de quelques graminées fourragères de Madagascar. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., **24** (4) : 659-665.
- GRANIER P., 1972.** Une nouvelle variété de Pennisetum purpureum var. Kisozi, son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar. Rev. Méd. Vét. Pays trop., **25** (3) : 409-424.
- HARISSON J. P., BLAUWIEKE R., 1994.** Fermentation and utilisation of grass silage. Journal of diary science, **77**: 3209-3235.
- IEMVT, 1994.** Les réserves fourragères III. L'ensilage. (Ressources alimentaires). Ministère de la coopération et au développement ; Paris. Fiche technique d'élevage tropical, no **3**, 8 P.
- INRA.** Bureau des ressources génétiques végétales. [On line][http://brg.fr\[dobe\]](http://brg.fr[dobe])
- JARRIGER R., 1988.** Alimentation des bovines, ovins et caprins. INRA, Paris, 171 P.
- KAMGA P., KAMGA B., AWAH N.** Production of grass silage at Bambui: techniques, chemical and bacteriological composition. Actes du séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants ; du 16 au 20 Novembre 1987. N'gaoundéré (Cameroun). Etudes et synthèses de l'IEMVT no **30** : 627-642.

**KPAKOTE K.G., VILLARES J.P., ROCHA G.P., 1979.** Pouvoir d'établissement de 4 graminées fourragères tropicales (*Pennisetum purpureum schum.*, *Panicum maximum jacq.*, *Brachiaria decumbens staph.* et *Digitaria decumbens stent*). Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **32(4)** : 401-407.

**LE CHAPELIN FR. Y., 1974.** Le maïs ensilage dans l'alimentation du porc. Thèse pour le doctorat d'Etat, ENVT, n° 63, Université Paul-Sabatier de Toulouse.

**MOULE C., 1971.** Fourrages. La maison rustique, Paris, 168p.

**PAMO T. E., 1990.** Etude comparée de la reprise et de la multiplication de *Pennisetum purpureum schumach* cv Kisozi à partir des boutures et des éclats de souche dans le bas-fond du Mayondeng, Cameroun. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **38(4)** : 543-547.

**ROBERGE G., BOYER J., FRIOT D., 1985.** Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées à hauts rendements fourragers en fonction du rythme d'exploitation et de la fumure minérale. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **38 (4)** : 339-352.

**ROBERGE G., GODET C., 2002.** Plantes fourragères (fiches techniques). Cirad/gret/Min. des affaires étrangères. Mémento de l'agronome. (Cdrom n°1).

**RICHARD D., GUERIN H., FRIOT D., 1987.** Les paramètres de prévision de la valeur alimentaire de 4 graminées tropicales cultivées. Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, IRZ/IEMVT, N'gaoundéré, Cameroun, 16-20 Novembre 1987. Etudes et synthèses de l'IEMVT, **30** : 745-776.

**RISSE J., 1969.** Alimentation du bétail. Flammarion, Paris. 248p.

**RIVIERE R., 1991.** Alimentation des animaux domestiques en milieu tropical. IEMVT, Paris. 289P.

**SOLTNER D., 1990.** Les grandes productions végétales. Sciences et techniques agricoles-Leclos lorelle 49130 Sainte- Gemmes-Loire, FRance. 464p.

**SOLTNER D., 1990.** Tables de calcul des rations des bovins (lait et viande), des ovins, chevaux et porcins (21 è édition), 80p.

**SOLTNER D., 1991.** Alimentation des animaux domestiques. Tome I : Les principes de l'alimentation de toutes les espèces (19è édition), 180p.

**VANBELLE M., 1981.** L'ensilage, un problème d'actualité. IRSIA, Louvain La Neuve. 158p.

**VANCOPPENOLLE R., 1988.** Valeur alimentaire de 4 graminées tropicales fourragères au Burundi : *Tripsacum laxum nash*, *Pennisetum purpureum schumach*, *Setaria splendida staph* et *Setaria sphacelata staph* et *hubbard*. Annales de Gembloux, 94è année, 4è trim., **4** : 212-249.