

N° = 220148

15670

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Vétérinaire d'Alfort
7, rue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex



Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 Paris

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

BIBLIOTHEQUE
/ CIRAD-EMVT
10, rue P. Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

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

**VALORISATION DE FOURRAGES CONSERVES SOUS FORME D'ENSILAGE
PAR DES BOVINS EN CROISSANCE A LA REUNION**

par Laurent DESVALS

année universitaire 1991-1992

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Vétérinaire d'Alfort
7 , rue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 Paris

Muséum National d'Histoire Naturelle
57 , rue Cuvier
75005 PARIS

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

**VALORISATION DE FOURRAGES CONSERVES SOUS FORME D'ENSILAGE
PAR DES BOVINS EN CROISSANCE A LA REUNION**

par Laurent DESVALS

Lieu de stage: La Réunion

Organisme d'accueil: C.I.R.A.D.-Elevage

Période de stage: du 10.05.1992 au 30.11.1992

Rapport présenté oralement le : 3.12.1991

A ma femme Diane,
A ma fille Juliette,
A mes Parents.

REMERCIEMENTS

Je remercie particulièrement :

Monsieur G. MANDRET coordinateur du C.I.R.A.D.-Elevage et Monsieur J.M. PAILLAT responsable du C.E.E.M.A.T./S.A.R. , qui m'ont permis de réaliser ce stage dans de bonnes conditions.

Les personnes des services techniques, P. LALLEMAND de la SICAREVIA, C. ROCHETAING et F. FONTAINE de l'E.D.E. , J. LEPETIT de l'Union des A.F.P. et les autres personnes qui m'ont fait profiter de leur expérience.

Les éleveurs, plus particulièrement Mr K'BIDY et les personnes de la SICA-LAIT pour leur participation à cet essai.

Monsieur GUERIN H., Monsieur RICHARD D. de l'E.M.V.T., et Monsieur BRUNSCHWIG P. de l'Institut d'Elevage d'Angers pour leur collaboration à la rédaction de ce rapport.

RESUME

Deux essais d'ingestion d'ensilage ont été réalisés sur des bovins en croissance à La Réunion. Ils ont apporté des références en matière d'ingestion et de performances animales permises par des rations à base d'ensilage d'herbe et à base d'ensilage de maïs.

Les génisses recevant de l'ensilage d'herbe préfanées en balles rondes enrubannées ont consommé plus de fourrage (1,79 kg de MS/ 100 kg de Poids vif) que celles recevant de l'ensilage d'herbe préfané coupe fine et ressuyé coupe fine (respectivement 1,41 et 1,22 kg de MS/ 100 kg de Poids vif). Cette plus forte consommation est liée à la meilleure conservation de l'ensilage en balles rondes.

Toutefois, les gains de poids vif ont été sensiblement égaux entre le lot recevant de l'ensilage en balles rondes enrubannées (634 g/j) et celui recevant de l'ensilage préfané coupe fine (649 g/j). Les moins fortes consommations de l'ensilage ressuyé coupe fine (liées à une mauvaise conservation) se sont traduites par un gain de poids vif plus faible (414 g/j).

Au niveau du bilan du rationnement, il est apparu que le déséquilibre initial de la ration en PDIN et PDIE ait été accentué par une dégradation des matières azotées (PDIE) des ensilages.

Dans les Bas de l'île, les taurillons à l'engraissement ont bien valorisé un ensilage de maïs en réalisant un gain de poids vif de 1235 g/j pour des niveaux d'ingestion correctes du fourrage (7,23 kg de MS/ animal/j).

En comparaison avec des rations fortement complémentées à base de canne fourragère (*Pennisetum purpureum*) et de Choux de canne (extrémités de canne à sucre - *Saccharum officinarum*), l'ensilage de maïs n'a pas permis de dégager une marge brute alimentaire supérieure à ces deux rations en raison des coûts engendrés par la culture et par la récolte du maïs plante entière. Dans le cadre du développement de l'ensilage de maïs dans cette zone, il convient donc d'augmenter les rendements du maïs ensilage par hectare tout en réduisant les intrants .

MOTS-CLES: La Réunion; Région tropicale d'altitude; Ensilage d'herbe ; Balles Rondes Enrubannées; Ensilage Préfané coupe fine; Ensilage de Maïs; Génisses Laitières; Taurillons à l'engraissement ; Conservation des ensilages; Ingestion et performances permises par l'ensilage; Equilibre azoté des rations ; Résultats économiques sur ensilage de maïs.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

Première partie: CADRE DE L'ETUDE

1. L'ELEVAGE BOVIN DANS L'AGRICULTURE REUNIONNAISE:.....	2
---	----------

- 1.1. Aperçu des comptes et des statistiques agricoles:
- 1.2. Caractéristiques des systèmes d'élevage bovin:
- 1.3. Perspectives actuelles:

2. LES SYSTEMES D'ALIMENTATION DES BOVINS A LA REUNION:.....	6
---	----------

- 2.1. Caractéristiques et évolutions des systèmes fourragers:
 - 2.1.1. Les surfaces fourragères à La Réunion:
 - 2.1.2. Les principales plantes fourragères cultivées:
 - 2.1.3. Les modalités d'exploitation des surfaces fourragères:
- 2.2. Evaluation du déficit fourrager hivernal dans les Hauts:
- 2.3. Pratiques du rationnement:

3. BILAN DES RECHERCHES ENTREPRISES EN ALIMENTATION ANIMALE:.....	13
--	-----------

- 3.1. Approche historique:
- 3.2. Solutions apportées au déficit fourrager hivernal:
 - 3.2.1. L'ensilage d'herbe:
 - 3.2.2. La culture de plantes annuelles:

Deuxième partie: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. CONDITIONS DE REUSSITE D'UN ENSILAGE:.....	18
--	-----------

- 1.1. Recherche d'un fourrage de qualité:
 - 1.1.1. L'appétit des plantes à l'ensilage:
 - 1.1.2. Le stade optimum de récolte pour l'ensilage d'herbe:
 - 1.1.3. Le stade de récolte de l'ensilage de maïs plante entière:
- 1.2. Qualité de réalisation d'un ensilage:
 - 1.2.1. Les principes biochimiques à respecter:
 - 1.2.2. Les modifications de la valeur alimentaire:
 - 1.2.3. Les moyens techniques favorables à la réussite de l'ensilage:
 - 1.2.4. L'organisation des chantiers de récolte:

2. VALORISATION D'ENSILAGES PAR DES BOVINS EN CROISSANCE:.....	24
---	-----------

- 2.1. Principaux rappels sur l'utilisation de ration à base de fourrages par l'animal:
 - 2.1.1. Les besoins et la capacité d'ingestion de bovins en croissance:
 - 2.1.2. La notion d'ingestibilité des fourrages:

- 2.1.3. Les phénomènes de substitution:
- 2.2. Valorisation d'ensilage d'herbe par des génisses laitières:
 - 2.2.1. Les recommandations de croissance pour des génisses laitières:
 - 2.2.2. Les performances zootechniques permises par l'ensilage d'herbe:
 - 2.2.3. L'influence de l'ingestion d'azote insoluble sur l'ingestion d'énergie et la retention azotée
- 2.3. Valorisation de l'ensilage de maïs par des taurillons à l'engraissement:
 - 2.3.1. La consommation de maïs ensilage:
 - 2.3.2. La complémentation azotée:
 - 2.3.3. La complémentation énergétique:
 - 2.3.4. Exemples de bilan de production:

3. L'EXPERIMENTATION EN MILIEU RURAL:.....30

- 3.1. Transfert de technologie en milieu rural:
- 3.2. Contraintes spécifiques à l'expérimentation animale:
- 3.3. Méthodes de Recherche applicables aux essais en milieu rural:

Troisième partie: UTILISATION D'ENSILAGES D'HERBE PREFANES EN BALLE RONDES ENRUBANNEES ET COUPE FINE PAR DES GENISSES LAITIERES

1. JUSTIFICATIONS DE CET ESSAI D'INGESTION EN FERME:.....33

- 1.1. Thème de l'étude:
- 1.2. Définition des problèmes de recherche:
- 1.3. Présentation de l'exploitation:
 - 1.3.1. L'agro-climatologie:
 - 1.3.2. Les aspects structurels de l'exploitation (Ateliers Génisses):
 - 1.3.3. Les caractéristiques et l'activité de la Sica-Lait:
 - 1.3.4. La gestion technique de l'atelier génisse:

2. CONDITIONS EXPERIMENTALES EN FERME:.....37

- 2.1. Les fourrages et le chantier de récolte:
- 2.2. Les animaux et les régimes expérimentaux:
- 2.3. Les contrôles:
- 2.4. L'analyse des résultats:

3. RESULTATS DE L'ESSAI D'INGESTION D'ENSILAGE D'HERBE:.....39

- 3.1. Composition chimique des fourrages à la récolte et après conservation:
- 3.2. Qualité de la conservation et valeur nutritive de l'ensilage:
 - 3.2.1. La qualité de conservation:
 - 3.2.2. Les valeurs nutritives estimées des ensilages:
 - 3.2.3. La composition chimique et la valeur nutritive des aliments concentrés:
- 3.3. Quantités d'ensilage ingérées et gain de poids vif des génisses:
- 3.4. Bilan du rationnement:

4. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS:	45
---	----

Quatrième partie: L'UTILISATION D'ENSILAGE DE MAIS PAR DES TAURILLONS A L'ENGRAISSEMENT

1. JUSTIFICATIONS DES ESSAIS D'INGESTION EN FERME:	47
---	----

- 1.1. Thèmes de l'étude:
- 1.2. Définition des problèmes de recherche:
- 1.3. Présentation de l'exploitation de Monsieur K'BIDY:

2. CONDITIONS EXPERIMENTALES EN FERME:	51
---	----

3. RESULTATS DES ESSAIS D'INGESTION DE L'ENSILAGE DE MAIS:	52
---	----

- 3.1. Composition chimique et valeur alimentaire des fourrages:
 - 3.1.1. Le maïs plante entière:
 - 3.1.2. La canne fourragère:
 - 3.1.3. Le chou de canne:
 - 3.1.4. Les aliments concentrés:
- 3.2. Quantités ingérées et performances des taurillons:
 - 3.2.1. Comparaison entre le lot ensilage de maïs et le lot canne fourragère:
 - 3.2.2. L'ingestion de la ration à base de chou de canne:
- 3.3. Bilan du rationnement:

4. PLACE DE L'ENSILAGE DE MAIS DANS LE CONTEXTE ECONOMIQUE ACTUEL:	57
---	----

- 4.1. Evaluation de la rentabilité économique d'une ration à base de maïs:
 - 4.1.1. L'estimation du coût de matière sèche de l'ensilage de maïs:
 - 4.1.2. L'estimation du coût de matière sèche de la canne fourragère:
 - 4.1.3. L'estimation du coût de matière sèche du chou de canne:
 - 4.1.4. L'estimation du coût de matière sèche des aliments concentrés:
 - 4.1.5. Les marges alimentaires réalisées pour chaque lot:
- 4.2. Besoins en trésorerie:
- 4.3. Organisation du travail:

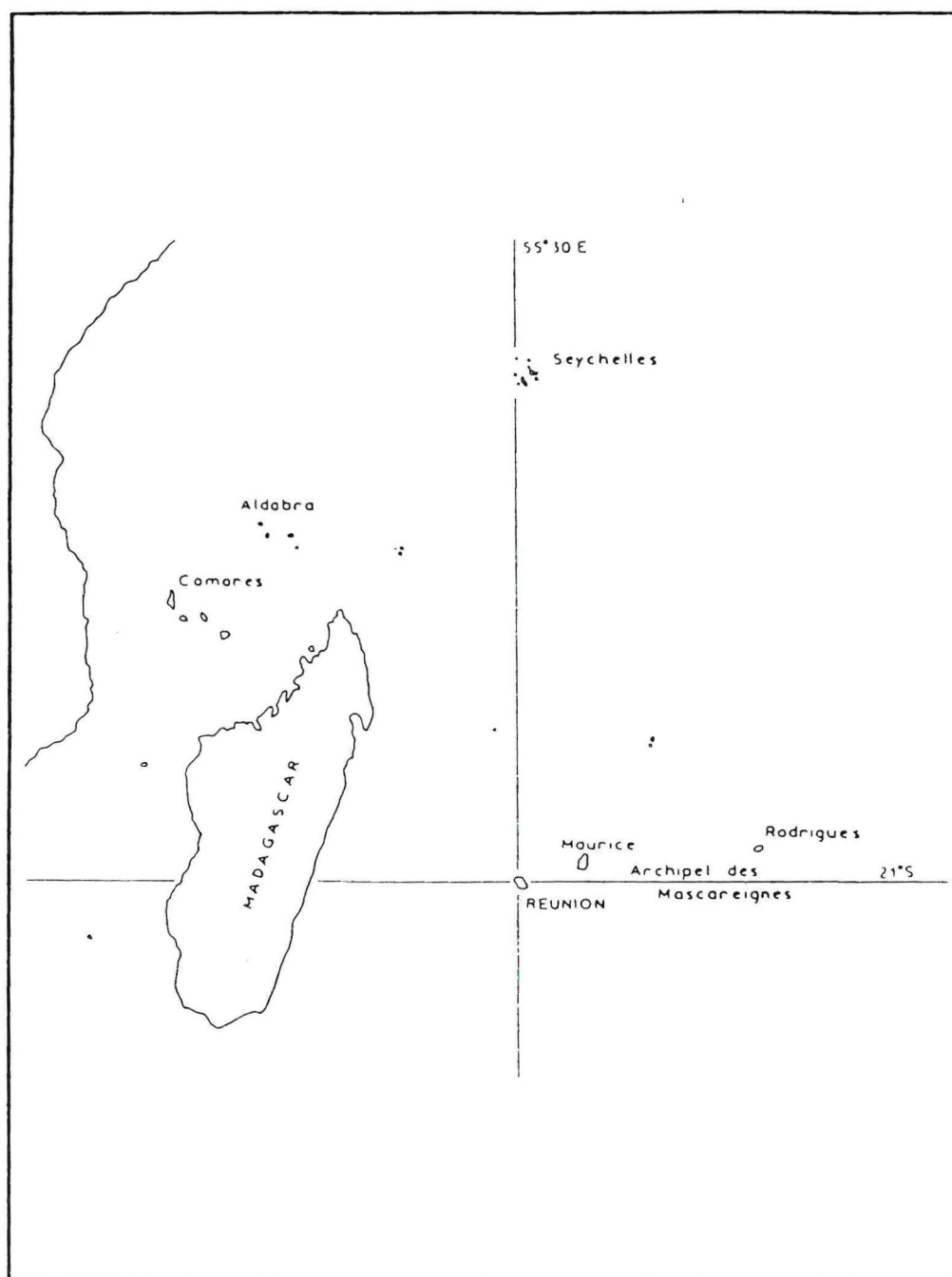
5.CONCLUSIONS:	61
-----------------------------	----

Cinquième partie: CONCLUSIONS GENERALES	62
--	----

- 1. Conditions de réalisation de cet essai:
- 2. Valeurs nutritives des fourrages:
- 3. Perspectives en matière d'ensilage à La Réunion:

BILIOGRAPHIE	65
---------------------------	----

Figure 1: Situation géographique de La Réunion .



INTRODUCTION

A La Réunion, le développement récent de l'élevage bovin a reposé sur l'intensification des systèmes fourragers. Il a permis d'augmenter les quantités de lait et de viande produites localement.

Dans un contexte régional très diversifié, les variations saisonnières de la production d'herbe ont longtemps constituées le principal facteur limitant de l'alimentation des bovins. Le déficit fourrager hivernal est plus ou moins intense selon les zones et selon les années. Dans les Hauts de l'île de La Réunion (plus de 1000 mètres d'altitude), ce problème est durement ressenti, car il compromet les productions animales, et la survie économique de certaines exploitations d'installation récente.

Actuellement, la technique de l'ensilage d'herbe est la principale riposte. Cependant, cette constitution de stocks fourragers s'est heurtée à des difficultés relatives à une conservation imparfaite des fourrages en raison d'une part de leurs faiblesses en glucides solubles, et d'autre part du manque d'expérience des éleveurs en la matière.

La technique de l'ensilage d'herbe en balles rondes enrubannées améliore notablement la qualité des fourrages conservés. De plus, il semblerait que l'utilisation d'ensileuse coupe fine offre aussi des marges de progrès dans ce domaine. Il restait impératif d'apprécier les répercussions de ces techniques modernes en terme de performances animales.

Après une présentation de la diversité régionale des conditions d'élevage à La Réunion, l'étude bibliographique rappelle brièvement les bases techniques de la réussite de l'ensilage.

A partir de cela, les résultats obtenus au cours de deux essais d'alimentation sont interprétés.

Le premier essai porte sur la valorisation d'ensilage d'herbe par des génisses laitières. Dans l'optique du développement du maïs fourrager dans les Bas, le deuxième essai a cherché à évaluer les productions permises par cette plante conservée sous forme d'ensilage sur des taurillons à l'engraissement.

Tableau 1.1. La production agricole finale réunionnaise. (en million de F.)

	1980	1987	1988	1989	%	89/90 % en +
Production végétale	779,3	1496,9	1694,4	1486,7	74,3	91
canne à sucre	405,6	666	762,6	561	28	38
autres plantes industrielles	37,6	57	51,5	62,3	3,1	66
légumes	123,7	360,8	425	357	17,9	189
fruit	141,3	299,1	352,4	355,8	17,8	152
divers	71,1	114	102,9	150,6	7,5	112
Production animale	231,2	415,8	476,6	514,5	25,7	123
bétail	104,7	187	205	207,7	10,4	98
volaille et animaux divers	77,2	148,7	196	226,9	11,3	194
produits animaux	49,3	80,1	75,6	79,9	4	62
Production agricole finale	1010,5	1912,7	2171	2001,2	100	98

Première partie: CADRE DE L'ETUDE

L'île de La Réunion est située dans l'Océan Indien par 21 ° de latitude sud (figure 1); sa surface est de 2515 km², mais un relief volcanique extrêmement tourmenté réduit fortement les zones cultivables. Les terres cultivées représentent 63 600 hectares, dont environ 42 000 sont consacrés à la culture de la canne à sucre.

1 - L'ELEVAGE BOVIN DANS L'AGRICULTURE REUNIONNAISE

1.1. Aperçu des comptes et des statistiques agricoles

1.1.1. La croissance du secteur agricole est forte, mais inégale :

De 1980 à 1988, le secteur primaire a préservé sa place au sein de l'économie marchande réunionnaise (en terme de production et de valeur ajoutée) face aux autres secteurs en pleine croissance.

La canne à sucre représente toujours la part la plus importante de la production agricole finale (28 % en 1989, Tableau 1.1).

Toutefois, l'essor et la progression de la production agricole finale revient aux trois activités suivantes que sont les cultures légumières, fruitières et l'élevage de volailles.

Dans le domaine des productions animales, la valeur de la production issue de l'élevage bovin a doublé en dix ans. Cependant, elle ne représente que 10,4 % de la valeur de la production agricole finale.

1.1.2. La canne à sucre reste le pivot de la diversification:

La canne à sucre reste le pivot de la diversification vers d'autres activités agricoles dans la quasi-totalité de sa zone d'influence.

Les principaux atouts qui font le succès de la culture de la canne à La Réunion, sont sa rusticité, le faible temps de travail à l'hectare et la forte rémunération du travail par rapport aux autres productions.

Au sein des exploitations cannières, les investissements relatifs à d'autres activités agricoles que la canne à sucre ne sont pas prioritaires. Ils vont dépendre de l'importance et des exigences de la culture de canne, ainsi que des revenus qu'elle procure. Aujourd'hui, la baisse des revenus de la canne et les nouvelles charges financières consécutives à l'exploitation ne sont pas en faveur d'une stratégie de diversification.

L'influence de la canne à sucre atteint parfois des zones qui sortent de son milieu écologique de prédilection. Ainsi, le premier plan de relance de l'élevage bovin en 1970 a essuyé un échec dû en grande partie à la restructuration de l'économie sucrière. Les efforts d'implantation de l'élevage à la périphérie des grandes exploitations cannières (entre 600 et 800 mètres d'altitude) ont été réduits à néant après une forte augmentation du prix de la tonne de canne.

1.1.3. La transition et la modernisation de l'agriculture réunionnaise:

La Surface Agricole Utilisée (S.A.U.) ne représente qu'un quart de la surface totale de l'île (soit 63 600 hectares). Cette S.A.U. est peu extensible, car elle est grignotée par l'urbanisation et les équipements publics.

Toutes activités confondues, une exploitation agricole sur quatre a disparu depuis 1981 (R.G.A., 1990). En conséquence, non seulement le nombre d'exploitations diminue, mais le nombre d'emplois dans le secteur primaire chute également.

A La Réunion, la structure foncière est une des données fondamentales explicatives des choix d'orientation des exploitants vers une agriculture moderne (c'est-à-dire intensive et plus diversifiée). La démonstration la plus flagrante de cet état de fait peut s'illustrer par le développement récent de certaines activités hors-sol (élevage de volailles) pour lesquelles le foncier n'est pas un facteur clé de leur production.

Mais, la transition d'autres spéculations vers une agriculture moderne comporte généralement un accroissement de la superficie moyenne des exploitations, la disparition des statuts de colonage, une stabilisation de l'âge moyen des exploitants agricoles et une tendance à la spécialisation des productions.

En élevage bovin, toutes ces considérations se sont traduites par une concentration des animaux dans les grandes exploitations et une stabilisation de l'effectif bovin depuis 1981 (19 380 têtes en 1981 contre 18 600 en 1991). En fin 1992, l'E.D.E. vient de comptabiliser 23 000 bovins au cours de sa campagne de vaccination contre la dermatose.

1.1.4. Le développement des productions en élevage bovin:

En 1990, la production de viande du secteur de l'élevage bovin a été de 1 242 tonnes (soit 14 % des abattages contrôlés), comprenant 958 tonnes issues des animaux nés dans l'île et 280 tonnes provenant de l'engraissement d'animaux importés. Depuis 1981, la progression de la production a été de 48 %. Parallèlement, les importations de viande sont restées stables soit 2 515 tonnes en 1990, ce qui représente 87 % de la consommation.

De 1980 à 1990, la collecte laitière à La Réunion est passée de 1,85 millions à 7,3 millions de litres.

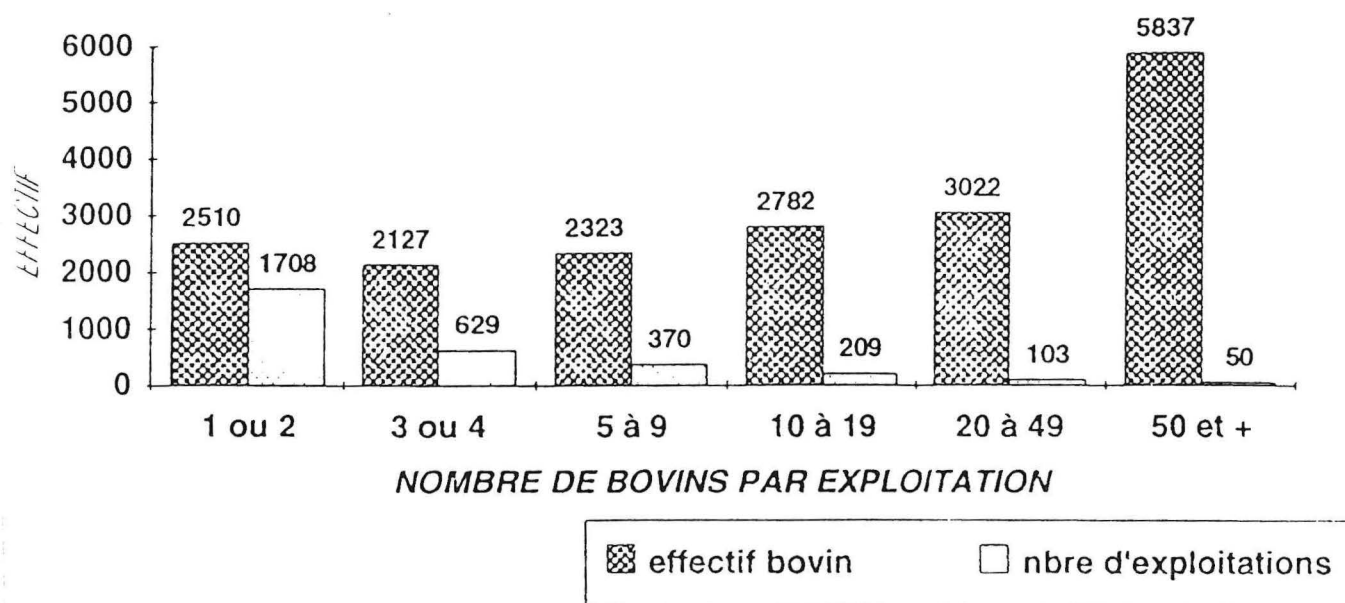
En parallèle, les importations de produits laitiers ont augmenté quatre fois plus vite atteignant 64,2 millions de litres équivalent lait en 1990. Certaines projections dans le futur envisage que le potentiel de production des élevages laitiers réunionnais serait de 11 % de la consommation locale de produits laitiers .

1.2. Caractérisation des systèmes d'élevage bovin:

1.2.1. Typologie des systèmes d'exploitation:

En 1992, la typologie des élevages bovin à La Réunion (SALON, 1992) a mis en évidence deux groupes d'élevages (qui peuvent être divisés en huit classes).

Graphique 1.1. Effectif bovin et nombre d'exploitations en fonction de la taille du troupeau (RGA, 1989).



Le groupe I rassemble des exploitations de petites tailles à activités diversifiées dont le système polyculture/élevage est parfois complexe.

Le groupe II comprend des élevages plus conformes aux systèmes d'élevage spécialisés pratiqués en Europe.

Les élevages du groupe I échappent en partie aux systèmes d'encadrement classiques, contrairement aux élevages du groupe II. Ces derniers peuvent encore être décomposés en élevages laitiers spécialisés et en élevages allaitants spécialisés.

En dehors des exploitations en phase d'installation, il semble que les élevages bovins réunionnais se caractérisent par des structures et des effectifs bovins réduits en relation avec un mode d'exploitation traditionnel hérité du "boeuf charette" et des contraintes foncières rigoureuses.

Deux principales données, tirées du RGA (Graphique 1.1, 1989) viennent confirmer cette dualité entre les exploitations plus traditionnelles et les exploitations modernes:

- 72,7 % des troupeaux bovins à La Réunion comptent moins de 5 bovins et 92,9 % moins de 20 bovins.

- 162 élevages laitiers spécialisés et 102 élevages allaitants spécialisés ont été dénombrés sur un nombre total de 2 661.

Une approche économique (Chambre d'Agriculture, 1991) a permis de définir plusieurs catégories parmi les élevages spécialisés à partir uniquement de critères d'investissements, de production et de rentabilité.

En dehors des élevages en phase d'installation, il ressort que les investissements réalisés par les exploitations spécialisées ces dernières années ne deviendront véritablement rentables que s'ils sont rémunérés par d'importants revenus agricoles. En conséquence, les élevages de petite taille sont condamnés à se développer ou à disparaître du fait de leurs structures inadaptées aux exigences du monde économique actuel.

1.2.2. Localisation géographique des élevages laitiers et des élevages allaitants:

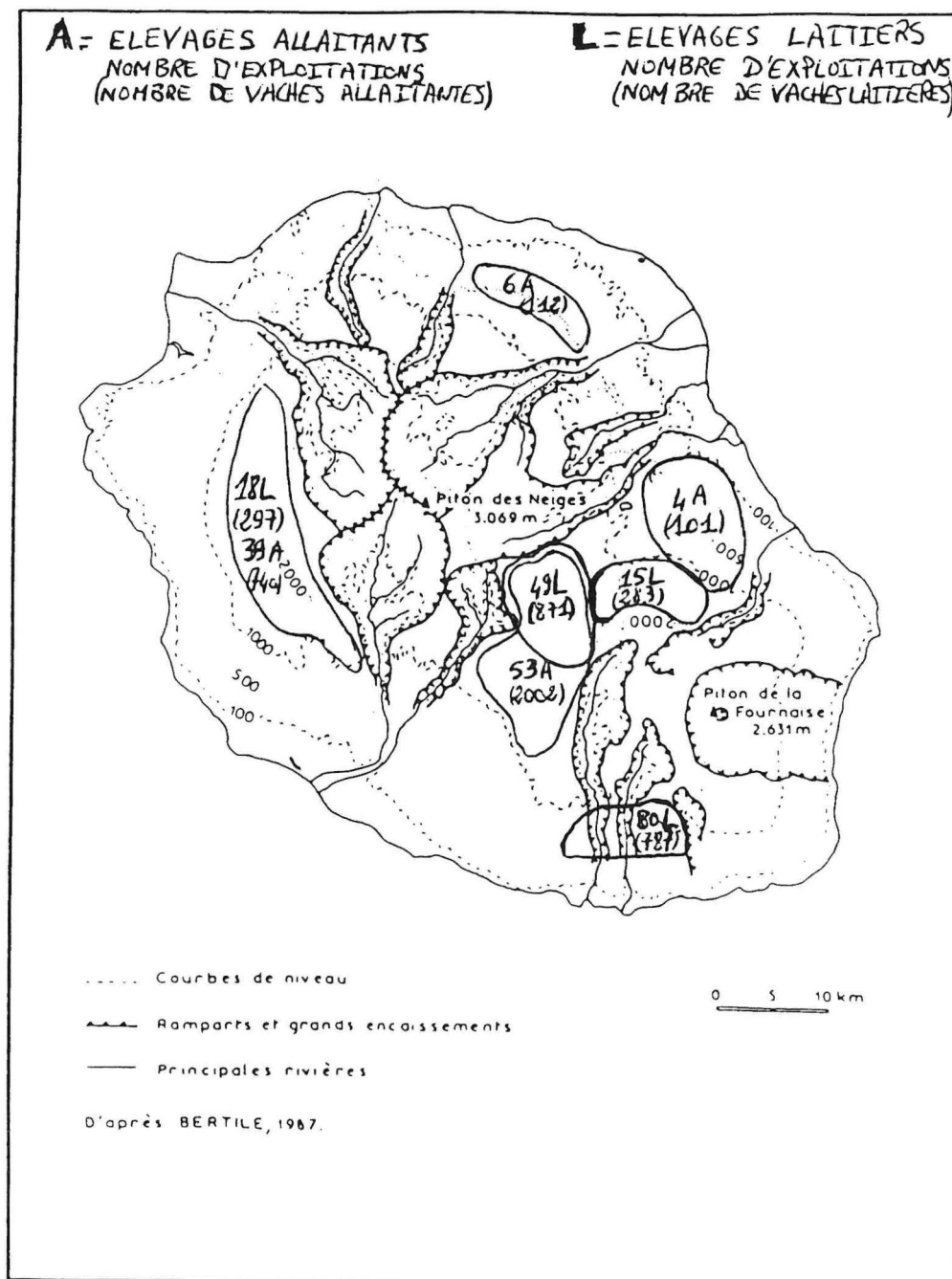
Le développement de l'élevage bovin à La Réunion a réellement débuté avec le "Plan d'Aménagement des Hauts" en 1976. L'objectif de ce plan avait d'abord une résonance sociale dans le but de fixer des populations dans les Hauts. De plus, il devait permettre de réduire la dépendance alimentaire en matière de lait et de viande de l'île de La Réunion.

Comme il est précisé dans le graphique n° 1.2, les élevages laitiers spécialisés sont localisés essentiellement dans les régions de St-Joseph et de la Plaine des Cafres; alors que les principales zones où sont pratiqués l'élevage allaitant sont situées dans les Hauts de l'Ouest et sur la Plaine des Cafres.

1.2.3. La filière bovins - lait:

Depuis la mise en oeuvre du Plan d'Aménagement des Hauts, la production laitière réunionnaise a été multipliée par quatre.

Graphique 1.2. Localisation des élevages laitiers et allaitants à La Réunion.



Les rendements laitiers des vaches soumises au contrôle laitier atteignent en moyenne 3 850 kg de lait par an en 1990.

En plus de l'évolution des rendements (par l'amélioration de l'alimentation), la progression globale de la production locale a pu profiter d'un nombre croissant d'animaux intervenant dans la production dans les ateliers modernes mis en place.

En 1992, l'amélioration de la productivité par vache laitière n'est plus vraiment à l'ordre du jour, car des contraintes majeures ont freiné son développement. En effet, les conditions d'alimentation et la trop faible disponibilité en génisses d'élevage constituent encore les points faibles de cette filière.

D'après les résultats financiers réalisés sur 22 élevages laitiers suivis de 1987 à 1989, le poste "Aliments" représenterait 74% des charges proportionnelles de l'élevage. Les coûts aliments concentrés achetés dans le commerce réduisent considérablement les marges brutes des éleveurs. Pour une productivité moyenne de 3510 litres de lait en 1989, le coût de ces aliments revenait à 1,27 francs par litre de lait produit, soit 41% du prix du litre de lait.

Il paraît évident que toutes les actions qui amélioreraient le statut alimentaire des vaches laitières tout en permettant une baisse du coût des aliments achetés en dehors de l'exploitation, auront des répercussions sur le revenu de l'éleveur.

L'analyse par race du cheptel laitier souligne la dominance de la race Française Frisonne (64,1% du total des vaches en production), alors que les animaux croisés représentent encore 27,4 % du cheptel en 1991.

A partir de l'estimation des génisses présentes sur les exploitations, l'analyse des structures du troupeau de vaches laitières montrerait que le cheptel est en situation de décroissance. La principale raison serait une conservation insuffisante des génisses par les éleveurs. Ainsi, il a été évalué que le renouvellement correct du cheptel nécessiterait une production de 600 génisses d'élevage par an, pour un taux de renouvellement de 27%.

Alors que la Sica-Lait participe à l'élevage de génisses nées localement et issues d'importations, il semble pourtant que les éleveurs ont tendance à conserver et à élever de plus en plus les génisses produites sur leur élevage. Le développement récent de cette pratique signifierait que ces animaux peuvent dorénavant être alimentés correctement sur l'exploitation grâce notamment à de plus conséquentes productions fourragères.

1.2.4. L'élevage allaitant:

Les élevages allaitants sont principalement situés dans les Hauts. La taille moyenne des troupeaux évaluée à environ 29 vaches-mères en 1990 (Chambre d'Agriculture, 1991), est en progression depuis 1988 consécutivement aux créations de nouvelles surfaces fourragères.

L'objectif étant de produire plus, l'augmentation de la taille des troupeaux étaient souhaitable. Elle permettrait aux éleveurs d'obtenir des revenus supplémentaires indispensables à un certain nombre d'entre eux qui se sont installés récemment.

Compris entre 0,6 et 0,8 vache par hectare, le chargement moyen des pâturages est plus

faible que les prévisions de rendements fourragers pouvaient le laisser croire. La production de viande dans les Hauts se caractérise donc par un type d'élevage semi-intensif à extensif en fonction des régions et des saisons.

Tout comme les éleveurs laitiers, les élevages allaitants sont aussi touchés par le déficit fourrager hivernal. Bien que les vaches allaitantes s'accommodent mieux d'un déficit alimentaire passager, la chute de production des fourrages est sans doute de plus forte intensité et de plus longue durée. En effet, ces élevages sont principalement situés dans des zones marginales d'un point de vue pédo-climatique (sols, reliefs, altitude).

1.3. Perspectives actuelles:

La récente épidémie de dermatose nodulaire contagieuse (D.N.C.) a compromis en partie les projets de développement de l'ensemble de la filière bovine.

La recherche d'exploitation viable d'un point de vue économique n'est plus qu'un objectif secondaire par rapport à celui de maintenir le niveau de production actuel, et le revenu des éleveurs.

Toutefois, la maîtrise des coûts d'élevage reste d'actualité grâce notamment à une incorporation plus importante de fourrages grossiers dans la ration totale.

Ainsi, l'intensification fourragère passe par un accroissement de surfaces fourragères de qualité, par une meilleure gestion de celles-ci (par amélioration de la conduite des animaux aux pâturages) et par une pratique raisonnée des reports fourragers sous forme d'ensilage. Afin de se sortir d'une situation d'asphyxie économique, il semble bien que la majorité des éleveurs se dirigent dans cette direction actuellement.

2. LES SYSTEMES D'ALIMENTATION DES BOVINS A LA REUNION:

La diversité des régions et des pratiques d'élevage à La Réunion rendent difficile une présentation globale de la situation actuelle. Le développement récent de l'élevage bovin dans les Hauts s'est accompagné d'un certain nombre d'actions techniques originales en relation avec les systèmes d'alimentation mis en place par les éleveurs.

2.1. Caractéristiques et évolutions des systèmes fourragers:

2.1.1. Les surfaces fourragères à La Réunion:

La part des prairies plantées dans la surface agricole utilisée a progressé de 71% de 1981 à 1990. Les surfaces en cultures fourragères sont ainsi passées de 3400 hectares en 1981 à 5800 hectares en 1990.

Depuis 1977, la majeure partie de ces créations de prairies ont été réalisées avec l'aide des Associations Foncières Pastorales (A.F.P.) dans les Hauts de l'île. De 1977 à 1987, l'accroissement des surfaces fourragères s'est fait au rythme de 240 hectares créés chaque année.

Tableau 1.2. Surfaces fourragères a La Reunion (Union des AFP).

	Superficie à vocation d'élevage (ha)-1987	Surface fourragère aménagée en dix ans (ha) 1977-1987		Surface fourragère aménagée (1988-1990) en ha					
				Prairie-fauche		Pâturage		Parcours	
		Prairie	Parcours	Total	par an	Total	par an	Total	par an
REGIONS									
Hauts du Tampon	2900	1526	332	149	49,67	303	101,00	38	12,67
Hauts de l'Ouest	1050	552	317	21	7,00	292	97,33	36	12,00
Hauts de St-Joseph	550	249	22	52	17,33	28	9,33		
Hauts de St-Paul	540	181		10	3,33	153	51,00		
Plaine des Palmistes	720	364	96	32	10,67	13	4,33		
Hauts de l'Est	1500	129	9	7	2,33	8	2,67		
Hauts du Sud-Ouest	340	97	10						
Dimitile	170		46						
Nord	2300	166		1	0,33	34	11,33		
TOTAL	10400	3264,00	832,00	272,00	90,67	831,00	277,00	74,00	24,67

En 1987, les 339 adhérents des AFP totalisaient une surface de 10 400 hectares dont la vocation principale était l'élevage. Les prairies représentaient 3264 hectares, alors que les surfaces en parcours totalisaient 832 hectares. Le bilan de la période comprise entre les années 1989-1990 fait état de 1116 hectares de prairies et 74 hectares de parcours créés, soit un rythme d'implantation annuel des prairies qui a plutôt tendance à s'accroître (soit environ 370 hectares).

Il est particulièrement difficile de tirer les grands traits des orientations globales des surfaces fourragères, puisque chaque objectif régional en la matière est particulier.

Les distinctions entre les zones mettent en évidence des choix différents pour chacune d'entre elle (Tableau n° 1.2). Ainsi, la région de la Plaine de Cafres représente la principale zone en terme de surfaces totales de prairies implantées, avec les Hauts de l'Ouest (La Chaloupe, Trois-Bassins, Saint-Paul). Dans ces régions, 60 à 80% des surfaces implantées sont destinées au pâturage.

Bien que portant sur des surfaces fourragères moindres, les éleveurs des Hauts de Saint-Joseph et de la Plaine des Palmistes se sont plutôt orientés vers la création de prairies aptes à la fauche (respectivement 65% et 72 % des surfaces créées).

Globalement, les prairies aptes à la fauche ont représenté 24% des surfaces totales, soit environ 90 hectares créés par an sur les 370 hectares annuellement implantés de 1988 à 1990. Il est envisageable que la part des surfaces aptes à la fauche progresse fortement dans les prochaines années chez les éleveurs qui se sont orientés vers l'ensilage d'herbe. C'est en effet le principal critère de réussite de cette technique de conservation, puisque le choix d'espèces fourragères appropriées (tempérées) et l'optimisation des temps de chantiers à la récolte offrent encore une marge de progrès considérable.

En 1990, 60% des prairies implantées étaient destinées aux éleveurs bovins viande (soit 260 hectares), et 30% environ aux éleveurs laitiers (130 hectares).

Les caractéristiques morpho-pédo-climatiques des Hauts de l'île posent de nombreuses difficultés aux éleveurs en terme d'installation et de gestion des herbages. Des prairies implantées avec des espèces fourragères tempérées exigent une certaine technicité et une certaine part de réussite. Dans ces conditions, la longévité des prairies est souvent compromise, malgré le savoir-faire des éleveurs. Ainsi, la production d'herbe nécessite une réimplantation de l'ensemble de ses prairies (à base d'espèces tempérées) beaucoup plus fréquente qu'en zone tropicale (tout les quatre ou cinq ans) de basse altitude. De ce point de vue, les espèces fourragères résistantes à l'envahissement par les broussailles, à l'exploitation intensive par l'animal en saison hivernale et assurant une bonne couverture du sol (Kikuyu, Dactyle) ont connu un développement important en terme de surfaces fourragères.

Finalement, il apparaît que les implantations des surfaces en herbe resteront encore indispensables au développement de l'élevage dans les Hauts.

Les productions fourragères à base de graminées constituent le meilleur moyen d'améliorer le statut alimentaire des animaux, tout en apportant une certaine sécurité indispensable à la pérennité des systèmes fourragers actuels.

Face à des structures foncières très morcelées, l'éleveur doit produire plus d'herbe sur la même surface. Les solutions résident essentiellement dans la réalisation de prairies pérennes (à base de Dactyle et de Kikuyu) associées à des prairies hautement productives (à base de Ray Grass ou de Fétuque) offrant à l'éleveur la possibilité de mieux gérer ses stocks fourragers.

2.1.2. Les principales plantes fourragères cultivées:

2.1.2.1. Dans la région des Hauts :

Nous rappellerons brièvement les avantages et les inconvénients des trois principales plantes cultivées dans cette région, à savoir le Kikuyu (*Pennisetum purpureum*), le Dactyle (*Dactylis glomerata*) et le Ray Grass Anglais (*Lolium perenne*).

Le Kikuyu présente des très bonnes qualités d'adaptation dans les régions où sont situées les élevages. Les zones comprises entre 600 et 1400 mètres d'altitude lui offrent donc des conditions de sols et de températures assez proches de celles de son milieu d'origine. Son agressivité vis à vis des autres plantes assure une couverture régulière et une bonne protection des sols. De plus, il résiste bien à l'exploitation par l'animal. Ses productions fourragères annuelles sont variables avec l'altitude.

Toutefois, sa vitesse de croissance est irrégulière tout au long de l'année. Il pose donc à l'éleveur des problèmes de gestion en période hivernale, d'autant plus que les caractéristiques de cette plante (faible teneur en sucres et en matière sèche en été) ne le destine pas à l'ensilage.

Sa valeur nutritive est assez bonne en hiver (0,7 à 0,8 UFL par kg MS), mais sa teneur en matière sèche trop faible en saison chaude et humide (Janvier à mi-Mai) limite les performances animales au pâturage.

Le Dactyle prairial s'est bien implanté au dessus de 800 mètres d'altitude. Cette plante est intéressante par le compromis qu'elle procure aux éleveurs par rapport au Kikuyu et aux autres espèces fourragères tempérées.

Bien que les rendements soient médiocres par rapport à son milieu d'origine, ils sont bien répartis tout au long de l'année. A long terme, l'éleveur appréciera sa résistance au pâturage et à la sécheresse, ainsi que sa longévité d'exploitation (plus de quatre années en moyenne).

Le Ray Grass Anglais produit un fourrage de qualité dans les Hauts. Pâturé ou récolté au bon stade, cette graminée est très apétible et très énergétique pour l'animal (plus de 0,8 UFL/kg MS).

Le Ray Grass Anglais a la réputation d'être plus facile à planter et de bien valoriser les terres mécanisables de l'exploitation. Par contre, la pérennité de ces prairies est souvent compromise quand elles sont mal gérées (surpâturage). Il disparaît rapidement des prairies quand il est semé en association avec d'autres graminées moins digestibles et moins ingestibles. De plus, il régresse presque toujours après de fortes périodes de sécheresse.

Il devrait donc être prioritairement destinés à la récolte sous forme d'ensilage, puisque cette plante présente les plus grandes aptitudes à la conservation (grâce aux fortes teneurs en

**Tableau13. La diversité des climats et les vocations agricoles (J. GILIBERT, 1981)
et rendements (tonnes de MS/HA/AN) obtenus en station.**

Quelques tonnages annuels de matière sèche obtenus en station	ZONE AU VENT	Altitudes (Vocations)	ZONE SOUS LE VENT	Quelques tonnages annuels de matière sèche obtenus en station
<i>La Bretagne (50 m)</i> Pennisetum Purpureum 25 à 40 T Chloris gayana 25 à 37 T Bana grass 27 T Rendements moyens 29 T	TYPE TROPICAL Températures élevés Pluviométrie importante Hygrométrie élevée Ensoleillement bon	0 Culture de la canne à sucre	TYPE TROPICAL Pluviométrie insuffisante Hygrométrie faible Ensoleillement bon	<i>Mon Caprice (50 m)</i> Pennisetum Purpureum 30 T Chloris gayana 21 à 33 T Digitaria valida 27 T Rendements moyens 27 T
<i>Sainte-Suzanne (400 m)</i> Chloris gayana 22 T Setaria 19 Rendements moyens 20 T	TYPE TROPICAL ATTENUE Pluviométrie très élevée Hygrométrie très élevée Ensoleillement insuffisant	500 mètres Cultures diverses Elevage	TYPE TROPICAL ATTENUE Pluviométrie assez bonne Hygrométrie assez bonne Ensoleillement bon	<i>Grand Tampon (900 m)</i> Pennisetum Purpureum 21 à 25 T Chloris gayana 17 à 20 T Fetuque manade 14,5 T Rendements moyens 21 T
<i>Plaine des Palmistes (1100 m)</i> Pennisetum purpureum 11 à 22 T Kikuyu 8 à 12 Fetuque 14 Dactyle 10 à 13 T R.G.I. 10 à 13 T Rendements moyens 13 T	TYPE TEMPERE Pluviométrie très élevée Hygrométrie très élevée Ensoleillement assez bon	1000 mètres Zone à vocation d'élevage	TYPE TEMPERE Pluviométrie irrégulière Hygrométrie très élevée Ensoleillement assez bon	<i>Grand Tampon (1300 m)</i> Setaria nandi 14 T Dactyle prairial 14 T Digitaria valida 12 T Rendements moyens 13 T

sucres solubles).

Sans revenir en détail sur toutes les plantes cultivées dans des Hauts, il se dégage que les espèces fourragères tempérées (y compris le Kikuyu) aient largement supplantées les espèces fourragères tropicales au dessus de 1000 mètres d'altitudes. Les faibles températures hivernales, et parfois même les gelées en sont les principales raisons. Les plantes les plus rustiques et ayant les meilleures qualités d'adaptation au milieu assurent la pérennité des productions animales, alors que les espèces fourragères ayant les meilleures potentialités nutritives permettent de rehausser les niveaux de productivité des animaux au pâturage.

2.1.2.2. Les zones de basses altitudes (en dessous de 600 mètres):

les deux principales espèces fourragères cultivées en milieu tropicale sont le *Chloris gayana* et la Canne fourragère (*Pennisetum purpureum*).

Ces deux plantes se caractérisent d'abord par leurs forts potentiels de production (20 à plus de 30 tonnes de matière sèche par hectare par an).Elles sont principalement exploitées pour la fauche en vert (Canne fourragère) ou pour produire du foin (*Chloris gayana*) sur le littoral.

En saison chaude, le *chloris gayana* nécessite une exploitation précoce au pâturage . Sans quoi, sa valeur nutritive évolue très vite et devient de médiocre qualité (inférieur à 0,6 UFL par kg MS). Il offre par contre une pousse assez régulière tout au long de l'année.

L'exploitation de la canne fourragère en période chaude et humide est également délicate .La faible teneur en matière sèche du fourrage oblige l'éleveur à une récolte plus tardive, alors que le stade optimal de récolte (du point de vue de la valeur nutritive) est largement dépassée.

2.1.3. Les modalités d'exploitation des surfaces fourragères:

2.1.3.1. Les conditions du milieu:

Une classification des zones en fonction de leurs potentialités fourragères a été proposée par GILIBERT J. (1981). Elle prend en compte l'influence des différents paramètres climatiques sur le rendement des plantes (tableau 1.3) .

Le facteur clé de cette classification sont les températures, puisque elles influent sur le type de fourrages (tempérée/tropical) et sur les potentialités de production de l'herbe. Ainsi, les températures varient principalement avec la saison, mais surtout avec l'altitude. Les températures moyennes suivent ainsi un gradient de 0,7 °C pour 100 mètres de dénivelé.

Au niveau des plateaux d'altitude, les productions fourragères passent ainsi de 12 à 14 tonnes de matière sèche par hectare et par an à la Plaine des Palmistes (1000 mètres d'altitude) à 8 à 10 tonnes de matières sèche par hectare et par an à la Plaine des Cafres (1500 mètres d'altitude). Les différences sont accentuées par une plus grande irrégularité de la production sur l'année, en partie à cause de plus faibles températures hivernales dans les

Tableau 1.4. Digestibilité in vitro de quelques fourrages (FRITZ J., 1969).

	Croissance d'été (40 jours)	Croissance d'hiver (76 jours)
Pennisetum purpureum	59,3	62,4
Paspalum dilatatum	62,6	61,2
Chloris gayana	60,4	65
Setaria sphacelata Nandi	65	61,2
Fétuque Manade	67,1	68,8

Hauts .

Dans ces régions, les pluies sont de fortes intensités en saison chaude et irrégulières au cours des années. L'eau disponible au niveau de la plante est moins importante que ne le laisserait penser la pluviométrie de cette période, en relation avec les mauvaises caractéristiques physiques du sol, sauf dans les régions bénéficiant d'un bon degré d'hygrométrie en hiver (brouillards).

Aux difficultés liées aux reliefs viennent donc s'ajouter les particularités des sols . Les risques d'érosion sont à prendre en compte lors de l'implantation des prairies. Les faibles potentialités agronomiques de ces andosols nécessitent de rehausser leur fertilité (chaulage, fertilisation azotée) préalablement à leur exploitation.

2.1.3.2. Potentialités fourragères et performances animales:

Les productions fourragères sont plus importantes dans les Bas de l'île de la Réunion. Au niveau de la mer, les graminées tropicales extériorisent leurs potentialités de croissance grâce notamment aux températures plus élevées .

Ainsi, une plante comme le *Chloris gayana* voit ses rendements fourragers passer d'environ 20 tonnes de matière sèche par hectare et par an à 500 mètres d'altitude, à 30 tonnes de matière sèche par hectare au niveau de la mer, toutes choses étant égales par ailleurs (en station sous irrigation avec de fortes fertilisations).

Une telle approche placerait les régions des Hauts de l'île dans une situation peu propice à la culture de l'herbe, et donc à l'élevage. Pourtant, les pâturages de la zone intermédiaire et d'altitude alimentent la majeure partie du cheptel laitier et du cheptel allaitant réunionnais.

Il a été mis en évidence que la valeur nutritive des fourrages tropicaux était inférieure à celle des fourrages tempérés cultivés dans les mêmes conditions .

A La Réunion, FRITZ (1973) avait pu constater la nette supériorité de la Fétuque sur les fourrages tropicaux en terme de digestibilité *in vitro* (Tableau 1.4.), alors qu'elle a une production aussi intéressante (et en particulier nettement supérieure en hiver) .

Les tables des valeurs alimentaires de certains aliments pour ruminants (J.GILIBERT, 1984) sont venues confirmer le fait que le kilo de matière sèche produit dans les Hauts a une valeur nutritive supérieure à celui produit en grande quantité dans les Bas .

La qualité des fourrages peut s'évaluer en terme de densité énergétique (valeur énergétique du fourrage/ ingestibilité du fourrage par l'animal). Dans les conditions d'exploitations actuelles, les valeurs de ces densités énergétiques seraient comprises entre 0,4 et 0,45 UFL/UEB au niveau de la mer, entre 0,55 à 0,6 UFL/UEB dans la zone intermédiaire (700 mètres d'altitude) et entre 0,6 et 0,8 UFL/UEB au dessus de 1000 mètres d'altitude (en prenant comme hypothèse les valeurs d'encombrement estimées par GILIBERT J. cité ci-dessus).

Il existe donc un gradient relatif à la qualité des plantes fourragères qui s'accroît avec l'altitude (et les températures) et qui joue en faveur des herbages des Hauts . Celui-ci de plus faible intensité, varie d'ailleurs dans le sens inverse de celui établi par J.GILIBERT au niveau des rendements fourragers.

Tableau 1.5. Vitesse de repousse et valeur nutritive d'été et d'hiver de quelques plantes fourragères cultivées dans les Hauts. (BIGOT A. et al, 1990; GILIBERT J., 1981)

	ETE				HIVER			
	Nombres de mesures	Âges de repousse (jours)	Vitesse de croissance (kg MS/ha/j)	Quantités disponibles (kg MS/ha)	Nombres de mesures	Âges de repousse (jours)	Vitesse de croissance (kg MS/ha/j)	Quantités disponibles (kg MS/ha)
Espèces								
Kikuyu	11	55	66	3630	13	70	52	3640
Dactyle	13	90	39	3510	10	104	39	4056
Fétuque	3	67	42	2814	4	76	40	3040
Ray Grass	3	48	53	2544	3	70	33	2310
Moyenne	30	71	51	3621	30	82	44	3608

	ETE				HIVER			
	Âges de repousse (jours)	UFL /kg MS	PDIN g/kg MS	PDIE g/kg MS	Âges de repousse (jours)	UFL /kg MS	PDIN g/kg MS	PDIE g/kg MS
Espèces								
Kikuyu	56	0,7	82	81	56	0,75	85	85
Dactyle	63	0,67	129	110	63	0,75	114	106
Fétuque	63	0,8	105	105	64	0,81	124	114
Ray Grass	42	0,93	150	131	-	-	-	-
Moyenne	56,00	0,78	116,50	106,75	61,00	0,77	107,67	101,67

Schématiquement, il existe dans les Bas une contradiction entre la disponibilité importante en fourrage, et l'impossibilité pour l'animal de valoriser complètement cette biomasse de plus faible ingestibilité. Les performances seraient faibles par animal pour des rations à base uniquement de fourrages, mais par contre plus élevées ramenées à l'hectare.

Dans les Hauts, c'est la situation inverse puisque les fourrages sont plus ingestibles et plus nutritifs, mais moins abondants en quantité au pâturage. Pour de faibles chargements par hectare, la bonne valeur nutritive des fourrages doit permettre aux animaux de mieux exprimer leur potentiel de production.

Les Hauts regroupent la majorité des élevages bovins. Bien que les productions fourragères soient plus faibles qu'en zone tropicale, elle s'avère être la principale région à vocation d'élevage d'une part grâce à l'étendue des surfaces disponibles, et d'autre part grâce à la meilleure valeur alimentaire caractérisant certains fourrages qui y poussent. Cependant, les productions fourragères font cruellement défaut au moment du ralentissement de la pousse de l'herbe au cours de la période hivernale.

Ainsi, les variations saisonnières de la production des graminées plantées en altitude ont certainement des répercussions plus graves en terme de productions animales que le faible niveau de production annuel des fourrages.

Le déficit fourrager hivernal compromet non seulement la pérennité des productions animales (notamment en élevage laitier), mais parfois même la survie du cheptel des élevages.

2.3. Evaluation du déficit fourrager hivernal dans les Hauts:

A La Réunion, les deux principales saisons sont (BRUNSCHWIG P., 1991):

- l'été de mi-October à mi-Mai
- l'hiver de mi-Mai à mi-October.

Dans les Hauts, ces deux saisons peuvent être découpées en deux autres périodes:

- le printemps, en début d'été (mi-October à Décembre); il correspond à la reprise de la végétation, qui coïncide généralement avec la remontée des températures, et avec l'arrivée des premières pluies.

- la fin de l'été est une période normalement chaude et humide comprenant d'importants risques cycloniques.

- le début de l'hiver est généralement assez froid, mais les dernières pluies associées à une bonne hygrométrie sont encore favorables à la pousse de l'herbe.

- la fin de l'hiver (Août-Septembre) est le plus souvent catastrophique en terme de productions fourragères, puisque la sécheresse conjuguée aux températures basses (gelées).

D'après la bibliographie, l'approche du déficit fourrager hivernal s'est presque toujours faite en comparant les productions fourragères disponibles par hectare à un stade donné de récolte entre l'été et l'hiver. Ce déficit fourrager devrait être abordé plus précisément par l'approche de critères relatifs aux variations saisonnières de la pousse des graminées.

Le tableau 1.5. a tenté de rassembler des mesures réalisées en station (IRAT) et des mesures

aux champs (BIGOT A.;BRUNSCHWIG P.; GILIBERT J.) afin d'estimer les différences de vitesses de croissances et de valeurs nutritives pour les principales espèces fourragères en été et en hiver. '

Les résultats moyen par plante et par période laissent apparaître à première vue de faibles différences entre les quantités disponibles par hectare entre la période d'été et la période hivernale, pour des âges moyens de repousse qui sont toujours supérieurs en hiver par rapport à l'été.

Dans la pratique, les temps de repousses hivernaux sur prairies cultivées n'excèdent jamais 40-50 jours, et ils sont parfois plus courts en période froide et sèche. En conséquence, les quantités d'herbe disponibles en hiver seraient effectivement moins importantes pour des âges de repousses plus faibles.

En sachant que la croissance des graminées est faible mais constante en hiver, les quantités disponibles par hectare seraient ainsi deux fois plus faibles qu'en été. Globalement, l'éleveur doit doubler ses surfaces fourragères en hiver par rapport à l'été s'il veut respecter les temps de repousses indiquées dans ce tableau.

Au bout du compte, ce déficit fourrager est bien réel, mais difficilement quantifiable. Ainsi, il est différent d'une région à l'autre, d'une année à l'autre. De plus, les espèces fourragères implantées au pâturage réagissent différemment aux basses températures.

Une plante comme le Kikuyu accuse une importante chute de production hivernale, notamment en dessus de sa zone de prédilection (800 à 1000 mètres).

Le Dactyle offre par contre des croissances encore intéressante, même en fin d'hiver, en résistant mieux à la sécheresse.

L'éleveur doit ainsi raisonner différemment ses productions fourragères au pâturage par rapport à celles provenant des prairies destinées au report fourrager en utilisant au mieux les potentiels de croissance de chaque graminée.

2.3. Les pratiques du rationnement:

2.3.1. Dans les Hauts de l'île de La Réunion:

La complémentation de la ration à base de fourrages est une pratique courante en élevage laitier, alors qu'elle est assez peu répandue en élevage allaitant.

L'approche des quantités de concentré distribués par vache laitière et par jour est variable en fonction de la région, et surtout en fonction de la saison.

Au contrôle laitier, le coût de l'aliment concentrés par litre produit représente en moyenne 41 % du prix de vente du litre de lait. La part du concentré dans la ration est donc importante quantitativement. Elle peut être évaluée à plus de 50 % de la matière sèche ingérée par vache par jour. Cette proportion peut même atteindre 60 % en période hivernale ou bien dans le cas de fourrages ayant de faibles valeurs nutritives (en saison des pluies).

La nature des concentrés employés va d'abord dépendre de l'objectif de production de l'éleveur et des coûts des matières premières. Il semblerait que le concentré type VL 18 soit remplacé progressivement par des mélanges à base de maïs broyé et de tourteau de soja.

Ainsi, la complémentation énergétique est prioritaire quand la conduite des animaux se fait au pâturage.

Du point de vue du rationnement, il est probable que les animaux n'aient pas toujours le temps de consommer les importantes quantités de concentrés (jusqu' à 8- 9 kg par vache par jour) distribuées au cours des deux traites. De plus, ces fortes proportions de concentrés induisent d'importants phénomènes de substitution vis à vis des fourrages, mais aussi des phénomènes d'acidose au niveau du rumen qui sont difficile à appréhender.

A La Réunion, le rationnement des vaches laitières est un poste clé de la productivité de l' atelier laitier .Dans le passé, les augmentations de concentrés se sont traduites par des gains de productions, qui ne se sont pas forcément répercutées sur le revenu de l'éleveur. Actuellement, il semble que l'augmentation de la part des quantités de fourrages ingérées par vache et par jour dans la ration soit la principale source d'économie de concentrés. Cet objectif est devenu possible grâce aux reports fourragers sous forme d'ensilage.

2.3.2. Dans la région des Bas:

Bien que le type de production et la nature des aliments concentrés soient différents par rapport aux régions intermédiaires et d'altitude, les principaux objectifs sont identiques. Il s'agit d'apporter un aliment compensant le déficit énergétique de la ration au moindre prix. La proportion de cette complémentation peut atteindre 60% en période de faible pousse de l'herbe, contre 40-50 % le restant de l'année.

Le choix des matières premières se raisonne différemment, car il s'agit principalement de taurillons à l'engraissement nourris à l'auge avec un fourrage très encombrant (type canne fourragère ou choux de canne).

En zone de culture de la canne, la mélasse est fortement incorporée à la ration (3 à 4 kg brut par animal par jour). Elle permet de résoudre en partie la faible valeur énergétique de la ration de base. Quand la mélasse est distribuée en de trop forte proportion (plus de 35-40 % de la matière brute ingérée) , elle provoque des troubles digestifs qui se traduisent par une mauvaise valorisation de la ration.

Les matières azotées sont souvent négligées dans la ration, d'autant plus qu'elles sont plus coûteuses. L'éleveur apporte celles-ci soit sous forme d'urée (incorporé à la mélasse), ou bien sous forme de tourteau de soja.

En final, il ressort de nombreux essais d'alimentation que les animaux transforment mal l'aliment concentrés quand celui-ci est en forte proportion dans la ration , comme nous le verrons dans les paragraphes suivants.

3.BILAN DES RECHERCHES ENTREPRISES EN ALIMENTATION ANIMALE:

3.1. Approche Historique:

Le cheminement de la recherche en matière d'alimentation animale a naturellement commencé par l'étude des plantes fourragères.

Malgré une fertilisation adaptée, le potentiel de production des prairies naturelles (Flouve odorante, Houlique laineuse) est inférieur à celui de plantes fourragères introduites à différentes altitudes (FRITZ, 1973).

Pour diverses raisons, l'étude des plantes fourragères (comportement, rendements, résistances diverses) a débuté en zone tropicale. Bien qu'elle reste la zone de prédilection de la culture de la canne à sucre, ces régions de basses altitudes ont toujours eu la réputation de posséder le meilleur potentiel fourrager de l'île.

Alors que l'état des connaissances sur les graminées tropicales avaient bien progressé en 1970, des changements d'orientations sont intervenus dès 1976 lors de la mise en place du Plan d'Aménagement des Hauts.

L'importance des surfaces disponibles semblait destiner ces régions à être valorisée par l'élevage.

Toutefois, les conditions pédo-climatiques très diversifiées des régions intermédiaires et d'altitudes ont posé des contraintes techniques très complexes et très originales. Les recherches en matière de productions fourragères se sont d'abord appliquées à définir les espèces fourragères les mieux adaptées au milieu.

Un nombre important de mesures en station ont permis de mieux connaître et d'établir des références du point de vue des potentialités agronomiques de chaque zone (tableau 1.3, IRAT, extrait GILBERT J., 1981).

Le développement de l'élevage dans les Hauts a reposé en partie sur la création de prairies. Mais, les producteurs d'herbe dans la réalité se sont heurtés à de nombreux problèmes, qui n'ont pas forcément été perçus par l'approche agronomique en station (érosion, topographie etc.).

En 1980, un nouveau programme a porté sur la sélection et l'adaptation du matériel végétal d'altitude. Afin de mieux répondre aux questions pratiques des éleveurs, des essais fourragers en vraie grandeur ont été lancés en collaboration avec les organismes de développement (BIGOT A., FONTAINE O., 1991)

Les suivis fourragers en plein champ sont venus compléter les résultats de rendements obtenus en station. Il semble que ces approches n'aient pas alors apporté les réponses attendues au niveau de la confrontation plante/animal. Elles ont toutefois abouties à une première approche des valeurs alimentaires des fourrages (BIGOT A. et al, 1990; BIGOT A., 1991).

Ces dernières années, les actions prioritaires ont porté sur le déficit fourrager hivernal dans les Hauts. La constitution de stocks fourragers par la technique de l'ensilage a suscité l'intérêt de l'ensemble des éleveurs des Hauts (BRUNSCHWIG P., 1988a et b). A cette approche quantitative, il est vite apparu nécessaire de progresser sur les aspects concernant la qualité de conservation de ces ensilages (BRUNSCHWIG P., 1987; PAILLAT J.M., 1987).

3.2. Solutions apportées au déficit fourrager hivernal:

3.2.1.L'ensilage d'herbe:

Tableau 1.6. Résultats partiels de l'enquête sur la qualité de conservation des ensilages d'herbe en 1988 (BRUNSCHWIG P., 1988)

Qualité de conservation	Nombre de silos	Taux de MS (%)	pH	Largeur du silo (M)	Mélasse (%)	Durée de confection(j)	Longueur des brins	
							Moyens	Longs
Bonne	7	20,3	3,95	6,3	4,1	2,3	5	2
Moyenne	8	21,6	4,35	6,8	5,9	2,9	1	7
Médiocre	6	21,1	4,9	8,2	4,8	4	1	5

Tableau 1.7. Caractéristiques des chantiers de récolte d'ensilages en balles rondes enrubannées réalisés au cours des campagnes 1990 et 1991 (LEPETIT J., PAILLAT J.M.)

	Hauts de l'Ouest		Plaine Des Cafres		Plaine des Palmiste	
	1990	1991	1990	1991	1990	1991
<i>Temps de chantier (heure et min/ha)</i>						
Fauche	4:07	2:22	3:16	2:24	2:04	1:17
Fanage	1:02	2:48	1:45	1:39	0:20	
Andainage	1:22	1:28	2:16	1:58	1:22	1:10
Melassage	0:20	1:17	0:30	1:06	0:31	1:00
Pressage	3:05	2:24	2:46	2:04	1:33	1:11
Enrubannage	2:03	2:03	2:00	1:38	0:51	1:28
Manutention	1:41	2:15	3:16	3:04		1:11
TOTAL	15:06	12:49	16:21	13:56	7:43	7:17
<i>Rendements moyens (kg MS/ ha)</i>	3789	3328	3478	4202	2612	3880
<i>Taux de MS moyen (%)</i>	29	22	29	29	41	27
<i>Coûts par hectare (francs)</i>	5368	4637	4982	4653	2831	3086
<i>Coûts par balle (francs)</i>	260	211	330	229	275	113

Dans les Hauts, l'herbe reste la culture la mieux adaptées aux exigences particulières du milieu tropical d'altitude. Toutefois, la production des prairies chute en période hivernale avec les températures plus faibles. Grâce à l'ensilage, il est possible de reporter les quantités d'herbe produites en excès en été sur la période hivernale.

Dans les années 1986, cette meilleure gestion des surfaces fourragères s'est parfaitement inscrite dans les besoins d'intensification des élevages laitiers .

Toutefois, il est apparu que les ensilages étaient en moyenne mal conservés (BRUNSCHWIG P., 1987) malgré des taux correct de mélasse utilisée comme conservateur (5 à 6 %) (tableau 1.6).

Dans ces conditions, non seulement la qualité du fourrage récoltée est compromise par une mauvaise conservation, mais les quantités de fourrages ingérées par les animaux sont insuffisantes.

Dans les conditions réunionnaises, les principaux handicaps de l'ensilage d'herbe sont:

- la faiblesse en sucres des plantes fourragères au moment où les quantités d'herbe disponibles sont excédentaires (saison chaude et humide); il est d'ailleurs probable que la proportion de glucides solubles soit plus importantes pour les fourrages tempérées (ray grass) et en fin de période hivernale du fait de la meilleure efficacité de la photosynthèse (ensoleillement) dans les Hauts.

- la faible teneur en matière sèche des graminées en été.

- la topographie cahutée des parcelles qui engendre des récoltes longues et difficiles.

- le faible degré de mécanisation des exploitations qui ont pratiqué l'ensilage avec des machines inadaptées (ensileuse à fléaux) .

Sur le plan de la mécanisation, de nouvelles techniques ayant déjà faits leurs preuves en Métropole sont progressivement venues remplacées les machines à fléaux.

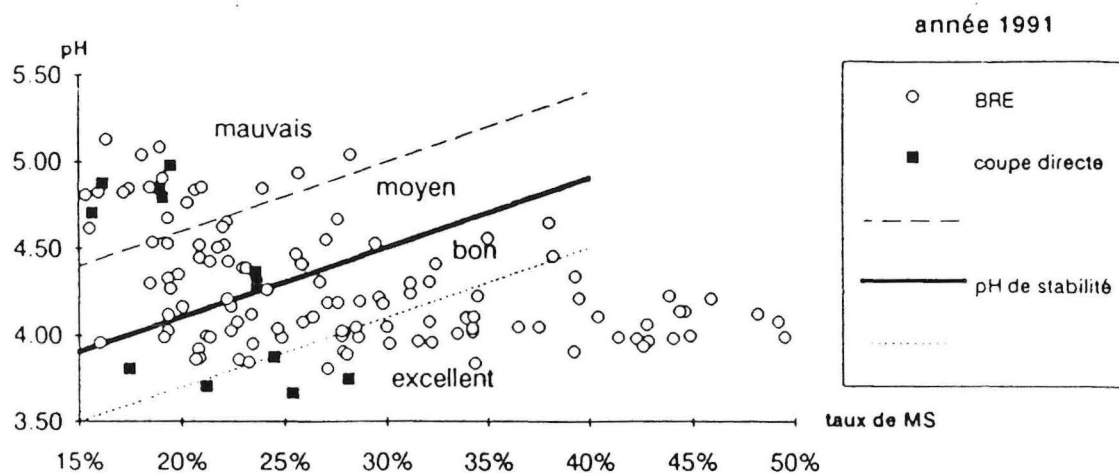
Avec pour principal objectif l'amélioration de la qualité de conservation des ensilages, les éleveurs se sont tournés vers la récolte de fourrages séchés au sol en décomposant les chantiers en deux temps (fauche-récolte). Récemment, les organismes de recherche et de développement ont proposé d'explorer de nouvelles voies reposant la technique des balles rondes enrubannées et sur la coupe fine (PAILLAT J.M., 1989; PAILLAT J.M., 1991).

Depuis trois années, les suivis de chantier de récolte des ensilages en balles rondes enrubannées ont permis de mieux appréhender les coûts engendrés par ces nouvelles techniques d'ensilage. (tableau 1.7. ; LEPETIT J.,1992). La diminution des coûts passe par l'optimisation des chantiers de récolte .

De plus, les résultats de conservation des balles rondes enrubannées (graphique 1.3. PAILLAT J.M., 1992) ont apporté des références au niveau du potentiel fourrager de chacune des zones d'élevage. Des marges de progrès restent à réaliser . Ainsi, les éleveurs doivent d'une part dégager des surfaces fourragères spécialement destinées à être ensilées (graminées tempérées, remodelage du terrain, fertilisation) ; d'autre part mieux maîtriser le stade de récolte; et enfin profiter du séchage des fourrages au sol pour assurer un produit final de qualité et bien conservé.

3.2.2. La cultures de plantes annuelles:

Graphique 1.3. Qualité de conservation des ensilages en balles rondes enrubannées pour 1991 (PAILLAT J.M., 1991).



Dans les Hauts, le développement des plantes à culture annuelle s'est principalement heurté à des conditions climatiques extrêmes .

Des essais variétaux devraient notamment préciser les conditions de culture et d'exploitation d'une plante comme le maïs ensilage en condition tropicale d'altitude (BRUNSCHWIG P.,1991; MANDRET G.,1991).

3.3 Bilan des essais d'alimentation:

Dans la région de la Plaine des Cafres, une première approche des consommations et de la valorisation de l'ensilage d'herbe a permis de vérifier que le comportement des génisses laitières élevées à la Réunion était similaire à leurs homologues européens(BRUNSCHWIG P.1988).

Sur des animaux d'un poids vif moyen de 344 kg, les niveaux d'ingestion du fourrage ont été de 1,6 kg MS/ 100 kg de poids vifs avec une complémentation à base de VL 18 et de mélasse.

Les croissances ont été en moyenne de 678 g/j en hiver. La valorisation de la ration de base mettait en évidence la faible valeur azotée réelle de l'ensilage (50 g de PDI par kg de MS), alors que l'utilisation de l'énergie apportée semblait satisfaisante.

Dans la région de Saint-Joseph, un essai d'ingestion a porté sur la valorisation d'une ration à base de canne fourragère par des génisses de race bouchères (BIGOT A., FONTAINE O., BRUNSCHWIG P.,1990). Le niveau d'ingestion de la canne fourragère et de la ration globale (avec le concentré) ont été respectivement de 1,31 et 2,16 kg de MS par 100 kg de poids vif. Il a été remarqué que l'incorporation de fortes quantités de mélasse rehausse artificiellement le niveau d'ingestion globale de la ration, et nuit ainsi à l'interprétation des niveaux d'ingestion..

Sur une période d'un an, les génisses ont réalisées un croît moyen de 475 g/j.

L'efficacité alimentaire de la ration a été meilleure en saison fraîche qu'en été (10,63 kg de MS/ kg de croît contre 20,13 kg de MS/ kg de croît).

Afin de favoriser le développement d'atelier d'engraissement dans les Bas de l'île, de nombreuses rations à base d'issues de cannes ont été testées chez les éleveurs pratiquant l'embouche de taurillons (GILIBERT J. et al 1977b).

Les données d'ingestion du fourrages grossier ont été comparées en apportant des concentrés de nature différente et en quantités différentes. Le tableau 1.8. montre que les croissances réelles ont été presque toujours été inférieures à celles escomptées.

Les choux de cannes correctement complémentés ont permis d'obtenir des croissances très correctes (de l'ordre de 750 à 1000 g/j).

Un essai de bagasse comme seul aliment dans la ration a permis des croissance et des niveaux d'ingestion médiocre (en moyenne 422 g/j). Toutefois, un apport de mélasse et un meilleur équilibre azoté aurait semble-t-il permis d'améliorer ses performances.

Pour de forts taux d'incorporation, la mélasse a diminué l'efficacité alimentaire, mais sans poser de problèmes de santé aux animaux.

Globalement, ces quelques essais ponctuels d'animaux nourris à l'auge montrent que l'approche de la ration est très instructive du point de vue des performances animales

Tableau 1.8. Valorisation à base d'issues de canne à sucres par des bovins à l'engraissement dans les Bas de l'île de La Réunion (GILIBERT J., 1978).

Alimentation grossière (kg MB)	Alimentation concentrée (kg MB)	Nombre et type d'animaux	Gains de poids vif (g/j) escomptés à partir		Gains de poids vif réel (g/j)
			Des UF apportés	Des MAD apportées	
Choux de canne (18) Canne fourragère (18)	mélasse (1)	10 Zébus	600	200	468
Choux de canne (15) Canne fourragère (20)	Mélasse (2); Son de blé (1) Tourteau d'arachide (0,6)	5 Zébus	1000	1400	940
Maïs grain laiteux (16) Choux de canne (12)	Mélasse (4,5) ; Complément (0,56) Tourteau de coton (0,5)	57 Taurins	1100	1400	734
Maïs grain laiteux (18) Choux de canne (15)	Mélasse (9,5) ; Complément (0,7) Tourteau de coton (0,7)	58 Taurins	1900	2000	1105
Canne à sucre entière (5) Choux (13) et Paille (1) de canne	Mélasse (5,2) ; Tourteau de coton (0,5) Complément (0,5); Son de blé(1)	36 Taurins	1700	1600	810
Bagasse 70% MS (3,3)	Mélasse (5,1); Son de blé (2) Complément (0,34)	34 Taurins	100	600	423

(GILIBERT et al, 1980 a,b et c).

Les rations à base de fourrages grossiers sont encombrants et de faibles valeurs nutritives. Elles nécessitent une complémentation énergétique. Dans ces essais d'alimentation, l'équilibre de la ration en matières azotées n'a pratiquement jamais été approché.

Les niveaux d'ingestion des animaux sont donc comparables à leurs homologues métropolitains. Quand l'aliment n'est pas un facteur limitant, les performances animales traduisent un bon potentiel génétique des bovins réunionnais.

Deuxième partie: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1 - CONDITIONS DE REUSSITE D'UN ENSILAGE

1.1. Recherche d'un fourrage de qualité:

1.1.1. L'aptitude des plantes à l'ensilage:

Cette aptitude des plantes à être ensilées dépend de la teneur en glucides solubles, du pouvoir tampon et de la teneur en matière sèche de la plante (DEMARQUILLY C., 1988).

Ces trois critères varient en fonction de l'espèce, du stade, de la fertilisation azotée et du climat. La connaissance de ces trois éléments exprime surtout le potentiel en terme de conservation du fourrage récolté à un moment donné (McDONALD et al, 1962).

En la matière, la référence est le maïs fourrage. Au stade pâteux, cette plante présente des caractéristiques moyennes suivantes : une bonne teneur en glucides solubles (de l'ordre de 10 % de la MS) un faible pouvoir tampon (de l'ordre de 50) et une forte teneur en matière sèche comprise entre 30 et 35 % .

A l'inverse, une herbe jeune fortement fertilisée est un matériau difficile à ensiler à cause notamment de la richesse en eau et de sa pauvreté en sucres (COTTO G., 1986).

Les conditions climatiques tropicales au moment de la forte croissance des graminées fourragères sont défavorables à l'accumulation de sucres dans les tiges.

Ainsi, la richesse en matière organique de la plante ne correspond pas forcément à de fortes teneurs en glucides solubles, mais plutôt à de fortes teneurs en glucides pariétaux.

Quelle que soit la région, l'accumulation de sucres par une photosynthèse active de la plante coïncide avec les périodes fraîches et ensoleillées.

Un stade avancé, une mauvaise alimentation azotée ou une période de déficit pluviométrique augmentent la teneur en matière sèche et abaissent le pouvoir tampon de la plante. Bien que ces critères améliorent l'ensilabilité de la plante, ils ne sont pas toujours conciliables avec les exigences alimentaires des animaux.

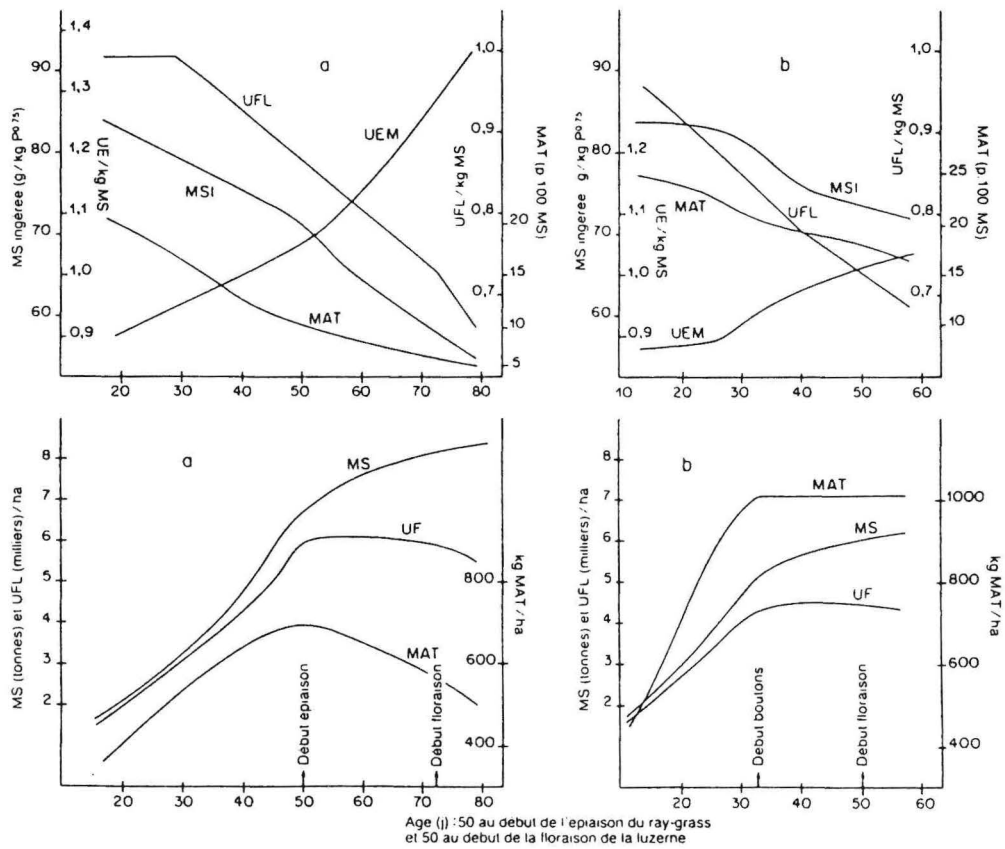
Certaines caractéristiques morphologiques d'une plante sont données dans le sens d'une bonne ensilabilité, mais sont par contre défavorables au moment de la réalisation de l'ensilage. Ainsi, une trop grande proportion de tige riche en parois ralentit le chantier de récolte, car le temps de dessiccation du fourrage au sol est allongé.

Toujours dans le cadre d'une récolte mécanisée, les plantes stolonifères au port couché (type Kikuyu) accentuent le risque d'incorporation de terre dans le silo. Dans ces deux cas, l'impact sur les conditions de récolte et sur la conservation peut se traduire aussi par une mauvaise aptitude à l'ensilage (PAILLAT J.M., 1991).

1.1.2. Le stade optimum de récolte pour l'ensilage d'herbe:

En premier lieu, la date de récolte va être décidée en fonction du stade du fourrage vert. La recherche d'un stade optimum s'examine à partir de la quantité d'éléments nutritifs (UF, MAD, PDI) récoltée à l'hectare. C'est d'abord un compromis entre la valeur nutritive du

Graphique 1.4. Choix du stade de récolte optimal (DEMARQUILLY C., 1988).



fourrage et la quantité de matière sèche produite par hectare (graphique 1.4. , DEMARQUILLY C, ANDRIEU J.,1988).

En conditions tempérées, le maximum d'UF récoltable à l'hectare se situe au stade "apparition des premiers épis", avec une valeur énergétique correcte (0,85 UF/kg de MS pour un RGI en vert).

Le choix d'une date de récolte plus précoce ou plus tardive par rapport à ce stade va se raisonner à partir des besoins et du niveau de production des animaux. Dans le premier cas, la concentration énergétique maximum est privilégiée malgré un rendement UF plus faible à l'hectare. Dans le cas d'une récolte tardive, c'est la recherche de la quantité maximum de fourrage qui l'emporte au détriment de la valeur UF du fourrage (DULPHY J.P., 1973).

La maîtrise de cette date de récolte va dépendre en grande partie des conditions climatiques au cours du cycle de croissance, du numéro de cycle, de la fertilisation et de la rapidité d'évolution de la plante (DEMARQUILLY C., 1988).

Aussi, la montée en épis est beaucoup plus rapide pour un Dactyle et une Fétuque élevée par rapport à un Ray-Grass hybride ou un Ray-Grass Anglais tardif. En régions tropicales, les références locales en la matière sont quasiment inexistantes.

1.1.3. Le stade de récolte de l'ensilage de maïs plante entière:

Les quatre critères à prendre en compte pour réussir un ensilage de maïs sont le rendement, la teneur en matière sèche, la verse et la digestibilité (Cultivar, 1989).

D'une année sur l'autre, le maïs peut être différent. C'est pourquoi le choix d'une variété est un compromis entre les caractéristiques du maïs et les principaux facteurs limitants du milieu.

La première qualité demandée à un maïs ensilage est d'assurer un bon rendement . De plus, la teneur en matière sèche de la plante doit se situer à 28 % minimum, afin d'assurer de bonnes conditions de conservation. L'ingestion maximale par les animaux est obtenue à 30-35 % de MS (I.T.E.B., 1983).

La détermination des stades de maturité du maïs ensilage peut se faire à partir de l'observation du grain (pateux-laiteux) et de l'appareil végétatif (feuilles jaunissantes) (Cultivar, 1989).

La recherche d'une production maximale de matière organique bien consommée est l'objectif premier qui résulte d'abord de la digestibilité de la plante entière. La teneur en grain n'est pas le seul facteur déterminant les résultats zootechniques .Ainsi, la valeur énergétique va dépendre des conditions climatiques en cours de végétation.

1.2. Qualité de réalisation d'un ensilage:

Schéma 2.2. Activité des microorganismes dans un ensilage (DEMARQUILLY C., 1988)

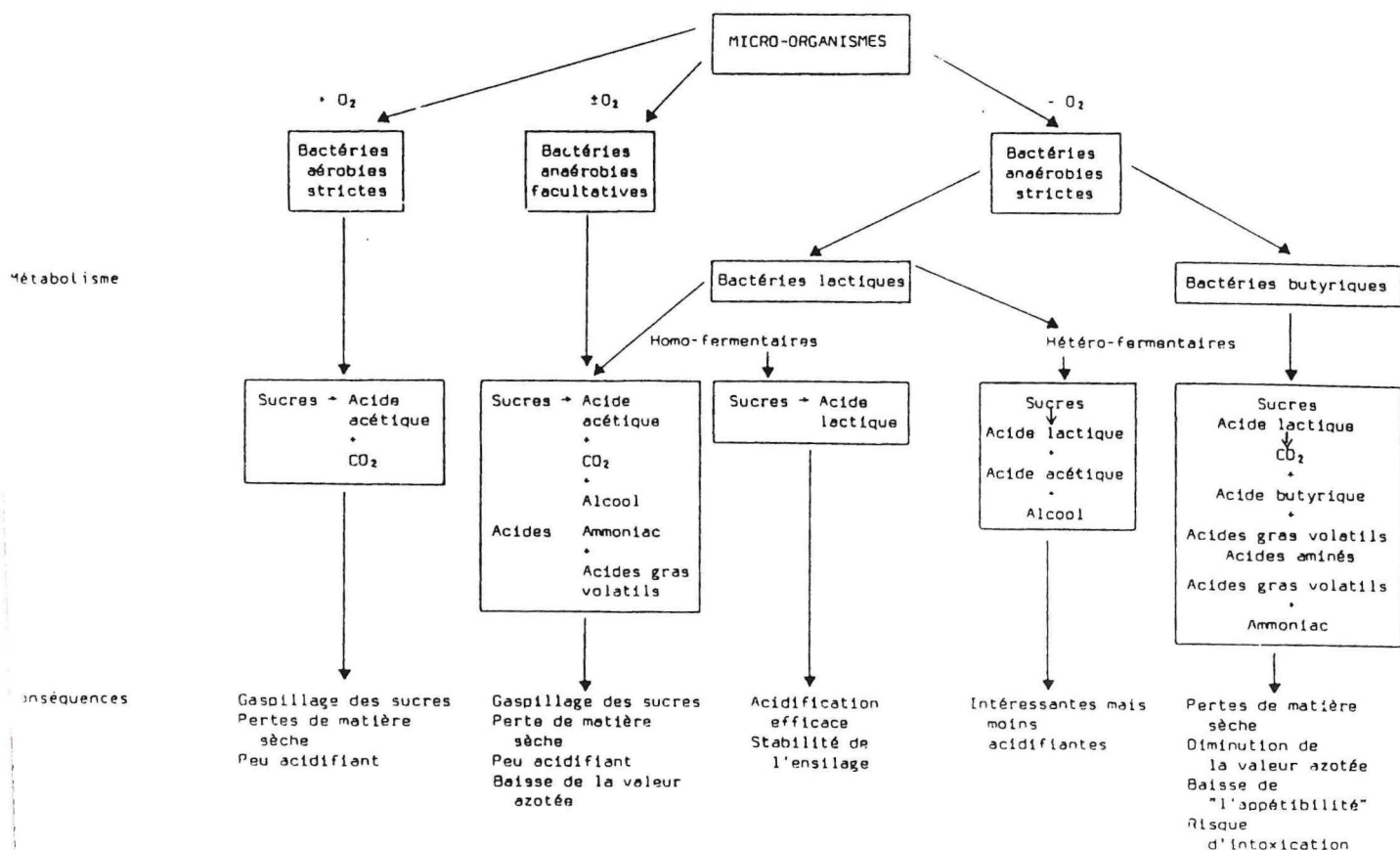


Tableau 2.1. Barème d'appréciation de la qualité de conservation d'un ensilage.
(DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1978)

	Acide acétique (g/kg MS)	Acide Butyrique (g/kg MS)	Azote Soluble (% N total)	Azote Ammoniacale (% N total)
Excellent	< 20	0	<50	<5
Bien	20-35	<5	55-60	5 - 10
Satisfisant	35-50	>5	60-65	10 - 15
Médiocre	50-65	>5	65-75	15 - 20
Très mauvais	>65	>5	>75	<20

1.2.1. Principes biochimiques à respecter:

Le rappel de l'activité biochimique des principaux microorganismes présents dans un ensilage est présenté dans le schéma.2.2. (DEMARQUILLY C., 1988).

A la mise en silo, il convient de limiter les phénomènes respiratoires et enzymatiques qui se poursuivent après la fauche. En effet, l'aptitude de la plante à l'ensilage (la teneur en sucres) et la valeur nutritive en fourrage diminuent si le séjour au sol se prolonge.

Pendant le stockage, un abaissement du pH par les bactéries coliformes, puis par les bactéries lactiques doit inhiber le développement des spores butyriques afin que le produit ensilé reste stable. Pour des fourrages riches en glucides solubles, les fermentations lactiques de type homo-fermentaires assurent une acidification forte et un abaissement suffisant de pH (JARRIGE R. et al, 1982).

Le deuxième procédé "naturel" empêchant le développement des fermentations indésirables, repose sur la teneur en matière sèche du fourrage. En effet, plus la teneur en matière sèche du fourrage est élevée, plus l'activité fermentaire totale est réduite. Dans le cas de fourrages pauvres en sucres, ce principe est intéressant car une plus forte teneur en matière sèche suffit pour limiter le développement des bactéries butyriques.

Le tableau 2.1.. précise le barème moyen permettant d'apprécier la qualité de conservation d'un ensilage (DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1978).

1.2.2. Les modifications de la valeur alimentaire:

A l'ouverture du silo, les modifications de la valeur alimentaire s'évaluent toujours par rapport aux caractéristiques du fourrage vert sur pied à la récolte (DULPHY J.P. , 1973).

1.2.2.1. Digestibilité et valeur énergétique:

Les diminutions de la digestibilité et de la valeur énergétique par l'ensilage sont généralement faibles (MICHALET-DOREAU B., DEMARQUILLY C., 1978). Toutefois, elles peuvent être importantes dans de mauvaises conditions de récolte ou de conservation. Les principales origines de ces modifications se situent donc :

- à la récolte : les pertes au champ sont dues à la respiration de la plante et du lessivage par la pluie qui entraîne une disparition partielle des éléments solubles. De plus, le début de putréfaction et les pertes de débris au sol au cours de la récolte mécanique peuvent accroître les pertes de matières organiques.

- au cours du stockage, les pertes les plus importantes d'éléments nutritifs se font sous forme de gaz et de jus. Pour des fourrages dont les teneurs en matière sèche sont comprises entre 15 et 28 % de MS, elle s'évaluent à partir de l'équation suivante (DEMARQUILLY C., 1988):

$$\text{Pertes (jus + gaz) en \%} = (600 / \% \text{ MS}) - 12,5$$

- à l'ouverture du silo, la reprise des fermentations et le développement de moisissures et de levures peuvent entraîner une diminution de la valeur énergétique.

Les diminutions de digestibilité et de valeur énergétique entraînées par l'ensilage sont évaluées à partir de la teneur en matière sèche .

Ces résultats prennent en compte le fait que les pertes de matière sèche par l'ensilage sont en partie compensées par une meilleure utilisation par l'animal. En effet, les acides gras volatils et l'acide lactique dans le silo sont des sources d'énergie directement assimilables par l'animal. D'autre part, l'utilisation digestive de la cellulose est favorisée par l'ensilage (DULPHY J.P., 1973).

1.2.2.2. Valeur azotée des ensilages:

La quantité totale de matière azotée du fourrage vert est peu modifiée par l'ensilage. Pourtant, l'efficacité alimentaire des ensilages directs sans conservateur est d'autant inférieure aux prévisions que leur conservation a été mauvaise (ANDRIEU J.P. et al, 1992)..

Contrairement à la digestibilité de la matière organique et à la valeur énergétique, le remaniement des matières azotées au cours des fermentations de type ensilage ont des répercussions directes sur leur valeur azotée valorisable par l'animal.

Plus précisément, la perte de valeur azotée réelle s'explique d'abord par une limitation de la synthèse protéiques au niveau des microorganismes du rumen. Après ensilage, le fourrage présente un déséquilibre se traduisant par un excès d'azote fermentescible sous forme d'ammoniac par rapport à la matière organique fermentescible. Au niveau de l'animal, la teneur en PDIE du fourrage ensilé n'est plus équilibrée avec les PDIN. En conséquence, le bilan azoté de l'animal montre que la part de l'azote retenue est diminuée (DULPHY J.P. et al, 1979b). La ration à base d'ensilage d'herbe est déséquilibrée en matière azotée, alors qu'elle ne le serait pas pour le même fourrage distribué en vert.

1.2.2.3. Quantité ingérée:

La quantité ingérée est généralement beaucoup plus faible que celle des fourrages verts correspondants (DEMARQUILLY C. et al, 1988). L'ensilage de maïs plante entière est la seule exception , car il est en général ingérée en quantité pratiquement équivalente par rapport au maïs vert.

L'appétit de l'animal est d'abord limité par les produits des fermentations (acides gras volatils) et par la dégradation des protéines. Ainsi, la diminution des quantités ingérées est liée négativement aux teneurs en acide acétique, en acides gras volatils totaux et en ammoniac (% N total) de l'ensilage (DULPHY J.P., MICHALET-DOREAU B., 1978).

Plus la teneur en matière sèche du fourrage est élevée, plus les quantités d'ensilage ingérées sont importantes pour atteindre un maximum vers 35 % de MS.

1.2.3. Les moyens techniques favorables à la réussite de l'ensilage:

1.2.3.1. La finesse de hachage :

Le hâchage fin et régulier (brins de 1 à 3 cm) est rendu possible grâce à l'utilisation de matériels équipés de tambours ou de plateaux hâcheurs. Cette technique joue à tous les niveaux de la réalisation de l'ensilage en facilitant une bonne conservation et en assurant une bonne consommation du fourrage par l'animal (DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1973).

Au silo les conditions d'anaérobiose sont mieux respectées grâce à un tassage plus efficace, un remplissage et une fermeture plus rapide du silo. Le gain de productivité au moment de la récolte est notamment permis par les machines à grands débits (LELONG C., 1987).

Pour les fourrages riches en sucres, l'acidification est plus rapide, car le contenu cellulaire est libéré plus rapidement en coupe fine.

Enfin, la finesse de hâchage a un effet positif sur l'ingestibilité grâce à l'amélioration de la qualité de conservation, mais surtout par un meilleur fonctionnement digestif. Les temps d'ingestion et de mastication sont réduits. Ainsi la réduction du contenu du rumen en fines particules est plus rapide. Le temps de séjour du fourrage est moindre et donc l'efficacité alimentaire est meilleure (DULPHY J.P. et al, 1978; DEMARQUILLY C., 1988).

1.2.3.1. La teneur en matière sèche:

Une teneur plus forte que celle du fourrage vert en matière sèche est favorable à la conservation. L'augmentation artificielle de la teneur en matière sèche s'obtient soit par ressuyage, soit par préfanage ou soit par mi-fanage. Par rapport à une coupe directe, les teneurs en matière sèche sont respectivement de 20 - 25 %, 30 - 35 % et plus de 40 % pour ces trois méthodes (LELONG C., 1987).

Alors que la durée entre la fauche et le ramassage augmente, la difficulté principale réside dans la maîtrise de l'évolution de la teneur en matière sèche en fonction des risques climatiques encourus au cours du chantier de récolte.

L'utilisation de la faucheuse conditionneuse améliore la vitesse de dessiccation du fourrage en andain.

Pour des fourrages pauvres en sucres et ayant un pouvoir tampon élevé, il est préférable de préfaner à 35 %. En effet, l'ensilage est bien conservé sans trop de pertes, il garde une bonne valeur nutritive, et il est bien ingéré par les animaux quand les conditions à la récolte ont été favorables (DULPHY J.P. et al, 1984 a et b, ; COTTO G., 1986).

Avec le développement de l'ensilage d'herbe en balle ronde, la maîtrise de la conservation (dans le cas de récolte à brin long) est assurée par le mi-fanage. Au-delà de 50 % de matière sèche, les bactéries butyriques ne se développent plus (ANDRIEU J.P. et al, 1981; BOSCHER B. et al, 1991).

1.2.3.3. L'adjonction d'un conservateur:

L'emploi du conservateur est préconisé quand les fourrages sont difficiles à

ensiler et lorsque le préfanage est délicat ou impossible.

Du fait de son coût élevé, cette technique est d'abord destinée aux animaux qui valoriseront au mieux l'ensilage (DULPHY J.P., LIENARD G., 1981).

La nature des conservateurs et leurs actions dans le silo sont assez diversifiées.

L'acide formique est le plus utilisé, car c'est le produit garantissant la meilleure conservation. Il assure une acidification rapide jusqu'à un pH de 4,3 et 4,6. Au-delà, ce sont les fermentations lactiques qui prennent le relais (DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1974; DULPHY J.P., LIENARD G., 1981).

En terme de conservation, la respiration du fourrage après la fauche est moindre ; le développement des spores butyriques, et donc le niveau de la protéolyse est faible. En conséquence, les quantités d'ensilage ingérées sont améliorées.

Sans énumérer dans le détail les nombreux autres conservateurs, ils peuvent être classés à partir de leur mode d'action dans le silo (DEMARQUILLY C., 1986) :

- les produits riches en sucres (type mélasse) stimulent les fermentations lactiques notamment quand les fourrages utilisés sont faiblement pourvus en glucides solubles. Des ferments lactiques sont parfois ajoutés en grande quantité afin d'obtenir une acidification rapide et efficace.

- les produits contenant des ferments lactiques sont parfois associés à des enzymes cellulolytiques.

- les produits bactériostatiques (à base de formol) agissent comme les acides en bloquant les fermentations. Les matières azotées sont protégées efficacement. Par contre, les ensilages sont instables à l'ouverture et peu appétents.

1.2.4. L'organisation des chantiers de récolte:

Les conditions de réalisation d'un chantier de récolte jouent d'une façon prépondérante sur la réussite de l'ensilage, et donc sur les performances permises par les animaux. Les principales difficultés résident dans la multitude de problèmes techniques à résoudre en même temps sur une durée de réalisation très courte (1 à 2 jours).

Ainsi, le niveau de maîtrise de l'organisation du chantier concerne le choix de la technique, la cohérence des équipements, les besoins momentanés en main-d'oeuvre, la taille du silo, le stade optimal de récolte du fourrage les conditions climatiques etc...

A partir de la date de fauche, la plus grande incertitude concerne toujours l'évolution des conditions météorologiques. L'obtention d'un taux de matière sèche optimal (25 - 30 % de MS) nécessite une décomposition du chantier entre la fauche et la récolte. Ainsi, les risques météorologiques sont plus grands (LELONG C., 1987).

Si la récolte et la fauche ont lieu en même temps, ce sont le débit et l'efficacité du chantier qui priment sur le reste. Les ensileuses à grande capacité diminuent le coût des chantiers, notamment dans le cas de fourrage comme le maïs.

Dans tous les cas, l'acquisition individuelle d'équipements est certes plus onéreuse, mais en faveur d'un meilleur contrôle de la date d'intervention optimale.

La récolte grâce à des remorques autochargeuses par la réalisation de balles rondes enrubannées vont également dans ce sens. Ces deux techniques se caractérisent d'abord par une plus grande souplesse des chantiers, mais aussi par des besoins en main-d'oeuvre et

une puissance moindre (GAILLARD F., 1990; VROMANDT G., 1992).

En ensilage d'herbe, la comparaison en terme de coût d'une chaîne de récolte n'est pas un élément suffisant pour faire un choix, mais il faut néanmoins en tenir compte (LIENARD G., DULPHY J.P., 1981).

2 - VALORISATION D'ENSILAGES PAR DES BOVINS EN CROISSANCE

2.1. Principaux rappels sur l'utilisation de ration à base de fourrages par l'animal:

2.1.1. Les besoins et la capacité d'ingestion des bovins en croissance:

Les besoins des bovins en croissance vont correspondre aux dépenses globales d'entretien et de croissance. Ils évoluent avec le poids de l'animal, mais aussi selon l'importance de sa vitesse de croissance et de la composition chimique du gain de poids (JARRIGE R., 1988).

Les principales sources de variation des quantités ingérées entre animal sont le poids vif, l'état d'engraissement, la race et passé nutritionnel (MICOL D., BERANGER C., 1981).

Ainsi, les quantités d'aliments volontairement ingérées par l'animal s'accroissent avec son poids vif, mais pas de façon constante. Le niveau d'ingestion ramené au poids métabolique (P exp. 0,75) semble diminué. L'état d'engraissement qui augmente avec le poids vif peut entraîner une diminution du niveau d'ingestion (kg MS par P exp. 0,75).

Les quantités ingérées varient avec la race. Ainsi, les taurillons de race laitière consomment d'avantage de matière sèche en (P exp. 0,75) que certaines races mixtes ou croisées avec des races à viande.

Les variations d'ingestion sont également liées à la croissance et au mode d'élevage antérieur des animaux. Ainsi, des animaux ayant été sous alimentés durant une période, ingèrent davantage ensuite par rapport à des animaux comparables sans cesse bien alimentés (TROCCON J.L. et al, 1989).

D'autre part, le type d'alimentation au cours d'une période est susceptible de modifier la capacité d'ingestion ultérieure de l'animal. Des différences de poids du tractus digestif sont apparues chez des veaux normands recevant différentes quantités de lait et d'herbe au cours de la période d'élevage entre 3 et 8 mois.

L'ingestion des ruminants est soumise à la fois à la régulation physique (liée au développement du tube digestif) et à une régulation métabolique (liée à l'état physiologique et à l'état d'engraissement de l'animal) (DULPHY J.P., 1978).

Avec des rations à base de fourrages, les variations des quantités résultent en grande partie des différences de développement du tube digestif, mais aussi de la vitesse avec laquelle la masse fibreuse contenue dans le rumen est dégradée (JARRIGE R. , 1988).

Le système des Unités d'Encombrement (UE) de l'INRA exprime la quantité de matière sèche ingérée mesurée sur un animal standard et exprimée en gramme par kg P exp. 0,75 (DULPHY J.P. et al, 1987) L'herbe de référence à une ingestibilité de 95 g/kg P exp. 0,75 pour la génisse Pie Noire de 400 kg ce qui représente une capacité d'ingestion de 8,5 UEB.

2.1.2. La notion d'ingestibilité d'un fourrage:

L'ingestibilité d'un fourrage varie dans des limites très larges. En rationnement, il est important de la prévoir, car elle conditionne souvent plus que la valeur nutritive du fourrage la quantité d'éléments nutritifs ingérée par l'animal (DULPHY J.P., 1978). Enfin, l'ingestion d'un fourrage distribué à volonté permet d'approcher les performances animales permises par la ration.

L'ingestibilité d'un aliment peut aussi s'exprimer en Unités d'Encombrement par rapport à un fourrage de référence. Les quantités ingérées varient en sens inverse de l'encombrement. L'effet d'encombrement augmente quand le fourrage devient plus riche en parois cellulaires peu digestibles. Il est plus lentement dégradé dans le rumen en raison des tissus lignifiés.

L'expression de l'ingestibilité des fourrages conservés sous forme d'ensilages (en UE) par des bovins est rendue difficile car il existe beaucoup de facteurs de variations liés aux conditions de récolte et de conservation (DEMARQUILLY C., ANDRIEU J.P., 1988). Des équations de prédiction ont été calculées pour passer de l'ingestibilité du fourrage vert à celles des différentes catégories d'ensilage en fonction de la longueur des brins, de la présence ou non de conservateurs et de la teneur en matière sèche.

2.1.3. Les phénomènes de substitution:

En plus de l'ingestibilité, l'interaction entre les aliments concentrés et fourrages se traduit par une diminution de l'énergie digestible des fourrages.

Du fait de leur faible teneur en constituants fibreux, les aliments concentrés requièrent un faible temps de mastication. L'apport de quantités croissantes de concentrés réduit l'ingestion et la digestion des fourrages ce qui peut aussi se traduire par un accroissement de leur valeur d'encombrement. Ainsi, la différence entre la valeur énergétique prédite (UF fourrages + concentrés) et celle réelle s'accroît avec la proportion de concentrés dans la ration (jusqu'à 60 %) avec des fourrages de qualité médiocre et pour des animaux à fort niveau de production (DULPHY J.P., 1987).

L'ensemble des interventions entre un aliment concentré et un fourrage est regroupé sous le terme de phénomènes de substitution(FAVERDIN P. et al, 1992).

Par définition, le taux de substitution est la diminution de fourrage ingéré rapportée à l'augmentation de la quantité d'aliments concentrés ingérés par un animal donné.

Tableau 2.2. Bilan d'essais d'ingestion d'ensilage d'herbe par des génisses laitières (1)

	STADE DE RECOLTE			CONDITIONS		TECHNIQUES DE RECOLTE				PROCEDES DE CONSERVATION		LONGUEURS DES BRINS	
	Précoce	Début épiaison	Tardif	A LA RECOLTE		Acide	Balles rondes	Remorque	Direct	Conservateurs	Teneur enMS	Courts	Longs
		EPIAISON		Bonnes	Moyennes	Formique	enrubannées	Autocharg.					
<i>Nombre d'essais</i>	4	5	9	10	16	8	4	4	4	17	9	18	8
<i>Niveau d'ingestion (kg MOD/100 kg PV)</i>	6,02	4,45	4,29	5,03	4,6	4,64	5,68	3,92	5,05	4,78	4,59	4,81	4,7
<i>Gain de Poids Vif (g/l)</i>	920	780	680	796	734	811	786	685	633	796	734	768	735
<i>Efficacité alimentaire (kg MOD/ kg de croît)</i>	7,39	7,14	7,89	7,31	7,73	6,78	7,58	8,6	9,18	6,92	7,77	7,42	7,93

(1)Références bibliographiques:

DULPHY J.P. et al,1973;DULPHY J.P. et al,1974; DULPHY J.P. et al,1979b;MULLER A. et al 1979; ANDRIEU J.P. et al,1981;
DULPHY J.P. et al,1984a; DULPHY J.P. et al,1984b; ANDRIEU J.P. et al,1990; ANDRIEU J.P. et al,1992

Ce taux est variable en fonction des caractéristiques de l'animal, et de la ration. Des modèles de variations de ce taux existent pour des bovins en croissance (DULPHY J.P. et al, 1983).

2.2. Valorisation d'ensilages d'herbe par des génisses laitières:

2.2.1. Les recommandations de croissance pour des génisses laitières:

De la naissance au premier vêlage, l'élevage des génisses requiert des conditions optimales d'alimentation et de croissance.

Il est particulièrement souhaitable que l'alimentation autorise des rythmes de croissance en rapport avec l'âge au vêlage recherché.

Pour un vêlage précoce (autour de 24 mois), il est nécessaire de disposer de fourrages ayant de bonnes valeurs alimentaires, afin de réaliser des performances de croissance élevées (de l'ordre de 800 à 900 grammes par jour).

Par contre, des génisses recevant des ensilages d'herbe de qualités moyennes ou rationnés n'atteindront leur premier vêlage qu'à des âges compris entre 27 et 32 mois (TROCCON J.L., 1992).

Les restrictions alimentaires sont à éviter dans le tout jeune âge. En effet, un retard de croissance dans les 3 à 4 premiers mois est difficilement compensé par la suite.

Ainsi, une sous-alimentation de plus de 30 % peut handicaper durablement le développement squelettique et pondéral de l'animal.

Un gain de poids vif trop élevé ou trop faible avant la puberté réduit le développement mammaire et la production laitière, non seulement en première lactation mais aussi au cours des lactations suivantes. Une croissance modérée et la plus constante possible apporte les meilleurs résultats d'un point de vue de la reproduction et des productions ultérieures (TROCCON J.L. et al, 1989).

2.2.2. Les performances zootechniques permises par l'ensilage d'herbe:

2.2.2.1. Ration avec de l'ensilage d'herbe comme seul aliment:

Les génisses d'élevage destinés à vêler entre 27 et 32 mois sont les principales consommatrices de ration comprenant de l'ensilage d'herbe en plat unique.

En effet, leurs besoins sont plus limités en période hivernale, alors qu'elles effectuent leur véritable croissance au pâturage. Cette alimentation à base d'ensilage d'herbe en plat unique repose sur une valeur correcte du fourrage vert récolté (supérieure à 0,7 UFL/kg MS) et sur de bonnes conditions de conservation (TROCCON J.L., 1992).

Les principaux facteurs de variation de la croissance de génisses nourries avec de l'ensilage d'herbe sont présentés dans le tableau 2.2. Ces résultats proviennent d'une compilation de 26 essais réalisés par l'INRA en Métropole dans ce domaine (DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1973; DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1974; DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1979b; MULLER A. et al, 1979; ANDRIEU J.P. et al, 1981; DULPHY J.P.,

Tableau 2.3. Apports de concentrés et performances obtenues sur génisses d'un an avec des ensilages récoltés à des stades et avec des conditions météo différents. (ITEB, 1986)

	Direct 16 à 18 % MS	Ressuyé Bonne météo 20 à 27 % MS	Préfané Bonne météo 28 à 40 % MS	"Ressuyé" Mauvaise météo 17 à 40 %MS
<i>Consommation (1)</i> Par animal par jour (kg MS) Par 100 kg PV (kg MS/j)	5 1,5 à 1,6	6 1,9	7 2,1	5,5 1,7
STADE PRECOCE (2) <i>Performances permises (g/j)</i> sans concentré avec 0,5 kg de concentré avec 1 kg de concentré	500 à 550 650 à 750	650 à 700 700 à 750	700 à 750 800 à 850	500 à 550 600 à 700
STADE TARDIF (3) <i>Performances permises (g/j)</i> sans concentré avec 1 kg de concentré avec 2 kg de concentré	400 à 450 550 à 600	550 700	650 750	450 650

(1) Distribution à volonté ; Elimination des refus deux fois par semaine

(2) Avant l'apparition des premiers épis

(3) Epiaison

BONY J., 1983; DULPHY J.P. et al, 1984a; DULPHY J.P. et al, 1984b; ANDRIEU J.P.,et al, 1990; ANDRIEU J.P. et al, 1992).

La différence de performances de croissance (+240 g/j) entre un stade de récolte tardif et d'un stade de récolte précoce s'explique surtout par des niveaux d'ingestion plus élevés des génisses (respectivement 4,29 contre 6,06 kg de MOD/ 100 kg de poids vif). Cette meilleure ingestion est une conséquence directe de la meilleure valeur alimentaire du fourrage et de sa bonne conservation.

Après le stade de récolte, le principal critère influant les performances animales est le choix de la technique de récolte et du procédé de conservation.

Ainsi, l'emploi d'un conservateur de type acide formique assurent une augmentation de +178 g/j des croissances journalières par rapport à l'ensilage direct. Cette amélioration des croissances est aussi importante pour le procédé utilisant les balles rondes enrubannées (+153 g/j).

Ces différences de croissances des génisses d'une technique à l'autre s'expliquent d'abord par une meilleure conservation du produit récolté. Au niveau de l'animal, il s'exprime par des efficacités alimentaires plus ou moins bonnes. Pour un ensilage d'herbe conservé avec de l'acide formique, il suffit de 6,78 kg de MOD pour réaliser un kilo de croît, alors que les génisses consommeront plus d'ensilage direct (9,18 kg de MOD) pour un même croît.

Dans ces essais, les conditions de récolte ont peu influé sur les croissances des génisses (+ 62 g/j), car elles ont été généralement bonnes. Cependant, il semble que ce facteur ait beaucoup plus d'influence dans le cas de fourrages fauchés restant au sol un certain temps avant d'être ensilés.

Du point de vue des procédés de conservation, l'inhibition des fermentations de l'ensilage est sensiblement plus efficace (en terme de performances animales) en incorporant un conservateur acide qu'en employant des techniques augmentant la teneur en matière sèche du fourrage.

La longueur des brins de l'ensilage d'herbe influe peu les performances des génisses. Cependant, l'efficacité alimentaire est légèrement améliorée (7,42 kg de MOD/ kg de croît pour les brins courts contre 7,93 kg de MOD/ kg de croît pour les brins longs).

2.2.2.2. La complémentation des ensilages d'herbe:

Le rationnement des génisses avec des aliments concentrés en fonction des objectifs de croissance doit tenir compte de l'influence du stade de récolte, des conditions météorologiques à la récolte et du choix de la technique de récolte (tableau 2.3. I.T.E.B., COTTO G., 1986).

Une complémentation en concentrés d'un ensilage d'herbe se justifie quand le produit obtenu n'a pas une valeur suffisante pour satisfaire les besoins des animaux. C'est principalement le cas avec des génisses destinées à un vêlage précoce, qui sont donc conduites plus intensivement (TROCCON J.P., 1992).

La distribution d'un complément atténue d'autant plus les différences de qualité entre différents ensilages que la proportion de concentrés dans la ration est importante (DULPHY J.P. et al, 1973).

Tableau 2.4. Bilans azotés sur moutons nourris avec de l'ensilage (extrait de la bibliographie)

REFERENCES	Nature de l'ensilage	Technique de récolte	pH	NNH3(%Nt)	Nsol(% Nt)	Ac. Butyrique	N ingérée (g/j)	N fécal (g/j)	N urinaire (g/j)	N retenu (en %)
DEMARQUILLY C., 1988	Ray Grass Anglais	En vert					20,6	7,7	3,8	29,6
	Ray Grass Anglais	Direct	3,75	7,8	62,6		19,4	6,1	10,5	13,4
	Ray Grass Anglais	Acide formique	3,7	5,6	49,5		18,7	5,9	7,9	26
	Ray Grass Anglais	Ac. formique et formol	3,65	3,9	41,7		17,2	6,3	5,9	29,1
MULLER A. et al, 1979	Prairie naturelle	Direct	3,71	8,3	57,3	0,6	9,72	4,37	4,95	4
DURAND M. et al, 1968	Luzerne	En vert					32,4	11,1	21,25	7,4
		Direct					22,9	4,1	18,78	-7
		Préfanée					29,4	10,2	19,34	8,5
DULPHY J.P., 1976	Ray Grass Anglais	Acide formique	3,93	6,1	48,6	0	27	10,1	11	22,2
	Ray Grass Anglais	Sylade (Ac.sulf.+formol)	3,97	6,5	45,9	0,1	23,6	10,2	11,3	9,3
FUJITA H., 1978	Orchard Grass/Trèfles	Direct (27 jours)	3,86	7,7			23,04	5,95	12,93	17,9
		Direct (66 jours)	3,88	10,5			23,28	5,88	14,46	12,6
		Direct (120 jours)	3,89	12,3			21,45	7,99	13,04	1,9
							N ingérée (en %)	N fécal (en %)	N urinaire (en %)	N retenu (en %)
ANDRIEU J.P., 1990	Prairie naturelle	Direct	4,62	14,1	67,1	2,1	100	35,5	55,9	8,6
	Prairie naturelle	Acide formique	3,82	8	54,4	1	100	35,1	51,6	13,3
	Prairie naturelle	Acide sulfurique	4,28	10,8	57	0,3	100	30,2	59	10,8
	Prairie naturelle	Lithioxine	4	11,4	59,3	1,1	100	35,5	52,9	11,6
	Prairie naturelle	Direct	4	10,5	59	0,4	100	37,4	46,6	16
	Prairie naturelle	Acide formique	3,75	7,7	55	0,4	100	39,3	40,2	20,5
	Prairie naturelle	Acide sulfurique	3,82	9,1	58,6	0,1	100	32,8	52,4	14,8
	Prairie naturelle	Caylasil	3,95	9,4	56,3	0,4	100	36,6	47,5	15,9

2.2.3. L'influence de l'ingestion d'azote insoluble sur l'ingestion d'énergie et la retention azotée:

Dans les paragraphes précédents, il a été constaté que la conservation sous forme d'ensilage entraînait des modifications importantes de la matière azotée des fourrages.

Plus l'ensilage est de mauvaise qualité, plus la valeur azotée réelle est inférieure à celle du fourrage vert de départ. Les teneurs en azote soluble et les teneurs en azote ammoniacale par rapport à l'azote totale permettent de mieux appréhender ces dégradations (ANDRIEU J.P. et al, 1990).

La valeur azotée réelle des ensilages d'herbe dépend non seulement de la teneur en matières azotées totales, mais aussi de la qualité de la conservation des protéines de la plante.

L'évaluation du bilan azoté de l'animal ingérant de l'ensilage d'herbe exprime bien cette dégradation de la valeur azotée des fourrages comme le montre les résultats présentés dans le tableau 2.4.

Ainsi, les bilans azotés sur moutons sont nettement influencés par la qualité de conservation (DEMARQUILLY C., 1988; MULLER et al, 1979; DURAND M. et al, 1968; DULPHY J.P. et al, 1981; DULPHY J.P. et al, 1979b; FUJITA H, 1978; ANDRIEU J.P. et al, 1990). Les principales caractéristiques fermentaires influant sur la quantité d'azote retenue par le mouton sont la teneur en acide butyrique et la teneur en ammoniac (en % de l'azote totale).

La dégradation des matières azotées entraîne des pertes par voies urinaires plus importantes. La quantité d'azote retenue par l'animal va dépendre du niveau d'azote ingéré. Elle est aussi influencée par la digestibilité de la matière organique.

De ce point de vue, l'adjonction d'un conservateur ou un préfanage réalisé dans de bonnes conditions améliore le bilan azoté de l'animal.

L'adjonction de formol avec un conservateur acide ne doit pas dépasser une certaine dose (1,5 litre par tonne de fourrages verts). En effet, de plus fortes quantités augmentent la proportion d'azote excrétée dans les fèces, par suite d'un tannage trop poussé des protéines. De plus, la synthèse microbienne diminue entraînant une moindre quantité de matière organique digérée dans le rumen (DULPHY J.P. et al, 1976).

D'après un essai sur vaches laitières réalisé par ce même auteur (DULPHY J.P. et al 1979a), la surestimation des valeurs azotées des ensilages d'herbes peut s'expliquer de différentes manières:

- la dégradabilité des matières azotées insolubles est plus élevée après conservation, d'où une quantité plus faible de PDIA de l'ensilage par rapport à celle calculée. Cette hypothèse a semble-t-il été démontré par des mesures relatives aux quantités d'azote non-ammoniacales arrivant ou étant absorbées au niveau de l'intestin grêle (VERITE R. et al, 1983).
- la synthèse bactérienne est plus faible que prévue dans le rumen, entraînant une moindre production de PDIM. D'une part, il y aurait moins d'énergie disponible dans le rumen que ne semble l'indiquer les mesures de digestibilité. D'autre part, une partie de l'azote ammoniacale formée dans le rumen disparaît trop rapidement. Il n'est donc plus utilisable par l'animal, à cause d'un décalage entre le dégagement d'ammoniac et la digestion de l'énergie libérée par

Tableau 2.5. Bilan prévisionnel de production de taurillons de race à viande alimentés avec un régime à base de maïs ensilage distribué à volonté (ITEB, 1983).

	Limousins	Charolais
Poids vifs début (kg)	275	275
Poids vif à l'abattage (kg)	625	675
Durée d'engraissement (jours)	306	355
Croissance moyenne (g/j)	1140	1125
Poids de carcasse (kg)	375	400
Rendement en carcasse (%)	60	59,3
<i>Quantités d'aliments consommées</i>		
<i>En kg de MS par jour</i>		
Ensilage de maïs	5,9	6,23
Maïs grain	1,05	0,86
Tourteau de soja	0,9	0,9
CMV	0,15	0,15
TOTAL	8	8,14
<i>Par kg de gain de poids vif (kg MS)</i>	7,02	7,24
<i>Par animal produit</i>		
Ensilage de maïs (kg MS)	1805	2210
Maïs grain (kg MB)	375	360
Tourteau de soja (kg MB)	315	365
CMV (kg MB)	45	55

le fourrage.

3. Valorisation de l'ensilage de maïs par des taurillons à l'engraissement:

Avec des rations à base d'ensilage de maïs plante entière, les performances de croissances permises sont bien plus élevées (1100-1200 g/j) pour des bovins en croissance qu'avec de l'ensilage d'herbe (I.T.E.B., 1983).

3.1. La consommation du maïs ensilage:

Le niveau d'ingestion de l'ensilage de maïs varie principalement avec le poids vif de l'animal, la qualité de conservation de l'ensilage et avec la quantités de concentrés distribuées en complément de la ration de base.

La qualité de conservation d'un ensilage de maïs se jugent à partir de sa teneur en acide butyrique et en acide acétique.

Distribué à volonté, l'ingestion maximale est obtenue pour des teneurs en matière sèche comprise entre 28 et 32 %. En dessous de 25 % ou en dessus de 40 %, le niveau d'ingestion diminue.

La finesse de hâchage influe sur la consommation des taurillons à même teneur en matière sèche. Il faut rechercher des brins de taille inférieure ou égale à 2 cm.

Quant aux phénomènes de substitution, ils s'évaluent en considérant qu'un kilo de concentré supplémentaire distribué entraîne une diminution en moyenne de 700 grammes de matière sèche d'ensilage de maïs par jour.

3.2. La complémentation azotée:

Elle est indispensable, car l'ensilage de maïs ne contient pas suffisamment d'azote.

Dans la pratique, les matières azotée sont apportée sous forme de tourteaux ayant de faibles proportion d'azote soluble (type tourteau de soja). Dans un souci d'économie, l'urée peut être incorporée au moment de la préparation de l'ensilage ou distribuée avec les autres concentrés.

L'urée peut représenter la seule source de complémentation azotée pour des animaux de plus de 400 kg de poids vif. Pour des poids vifs inférieurs, il faut prendre certaines précautions d'autant plus que l'ensilage de maïs a de faibles teneurs en matière sèche (inférieure à 27 %).

3.3. La complémentation énergétique:

Elle varie en fonction de la race, du poids des animaux et surtout de la qualité du maïs ensilage.

Pour des maïs ensilage de bonne qualité, une complémentation énergétique autre que celle apportée par le tourteau n'améliore pas les performances des taurillons.

Par contre, un apport énergétique supplémentaire est nécessaire pour maintenir de bons niveaux de croissance (plus de 1000 g/j) en phase de finition. Avec un ensilage de mauvaise qualité, les céréales sont apportées dans des quantités qui varient de 0,5 à 1 kg par jour pour

des animaux de moins de 350 kg; et de 1 à 1,5 kg par jour pour des animaux de plus de 350 kg.

3.4. Exemples de bilan de production:

Le bilan prévisionnel de production pour des taurillons de race à viande alimentés avec un régime à base de maïs ensilage distribué à volonté fait état de croissances moyennes comprises entre 1100 et 1200 g/j avec des complémentations en aliments concentrés assez faibles (tableau 2.5. ; ITEB,1983)

4. L'EXPERIMENTATION EN MILIEU RURAL

4.1. Principales étapes du transfert de technologie en milieu rural:

La recherche agricole ne peut s'élaborer sans se référer en permanence à des situations réelles (LANDAIS, 1986). L'approche systémique repose sur une conception globale du phénomène de développement comprenant :

- un diagnostic préalable de toute opération de recherche-développement,
- une approche pluridisciplinaire intégrée
- une analyse des stratégies et des moyens de production
- la nécessité de réaliser des recherches en milieu paysan et d'associer les paysans au diagnostic et à l'évaluation des technologies nouvelles.

Ainsi, le transfert de technologie conduit à réaliser autour des expérimentations en milieu rural un ensemble d'enquêtes dont les résultats s'avèrent précieux pour le chercheur. L'expérimentation est alors un outil puissant permettant d'interroger un système "complexe".

4.2. Contraintes spécifiques à l'expérimentation animale:

Les principales contraintes spécifiques à l'expérimentation animale sont de deux ordres, les individus d'une part, et le milieu d'autre part.

Ainsi, la variabilité individuelle des populations animales est plus importante que celle des populations végétales. Il est donc pratiquement impossible de constituer un lot d'animaux génétiquement, d'âge et de comportement homogènes.

D'autre part, la variabilité due aux facteurs environnementaux est généralement élevée, ce qui ajouté au facteur précédent diminue l'analyse statistique. C'est pourquoi, l'expérimentation animale est rarement implantée en milieu non contrôlé. Devant les caractéristiques de développement et de reproduction des grandes espèces dans le temps, les expérimentations sont contraignantes en terme de coûts et de durée des essais. Il est toujours préférable de n'utiliser que des dispositifs très simples.

4.3. Les méthodes de recherches applicables aux expérimentations en milieu rural:

Les personnes (scientifiques, agents de vulgarisation ou de développement, fermiers) et les organismes (privés ou gouvernementaux) impliqués dans les essais zootechniques

tendent à influencer le genre de problèmes perçus et le type d'essais effectués.

A partir de ce constat, KNIPSCHEER (1989) a proposé la classification suivante des expérimentations en milieu rural :

- les essais qui s'occupent des besoins des fermiers (c'est-à-dire tels qu'ils les perçoivent),
- les essais traitant des problèmes tels que le perçoit le gouvernement ou les agences de développement,
- les essais étudiant les problèmes non soulevés par les fermiers, mais qui sont perçus par les scientifiques eux-mêmes.
- enfin, les essais en ferme en collaboration avec le fermier, permettant de mieux comprendre leur système agricole et d'identifier leurs problèmes.

Selon LANDAIS (1986) des essais techniques peuvent se regrouper en quatre catégories :

- les essais d'orientation ou de diagnostic,
- les essais de mise au point d'itinéraires techniques améliorés,
- les essais d'adaptation d'itinéraires techniques améliorés,
- les essais de démonstration (au stade de pré vulgarisation).

Quelque soit l'approche de la recherche, l'expérimentation en milieu rural nécessite au préalable la définition d'un groupe ou une région cible.

Dans bien des cas, le groupe cible est défini après qu'une technologie soit établie. On cherche ensuite à trouver les usagers éventuels de cette technologie. On s'attend alors que le groupe cible s'adapte à la technologie plutôt que l'inverse.

Une définition claire des problèmes de recherche de la population cible, ainsi que le but et les objectifs des essais constituent la base de l'établissement et de la conception de l'essai zootechnique en ferme du degré de participation du fermier et des critères d'évaluation des résultats

4.3.1. Les conditions de réalisation des essais en fermes:

Les conditions du milieu et de l'environnement à la ferme sont toujours très variables. Aussi, le seuil de rigueur du dispositif expérimental doit permettre à la fois de répondre aux exigences pratiques et de préserver la précision de l'essai.

Le choix de l'emplacement de l'essai doit être représentatif des conditions agro-climatiques et du système de production des fermes cibles. Toutefois, il est nécessaire de compter avec la disponibilité ou la coopération de l'éleveur.

Du point de vue du contrôle expérimental, les essais laissés sous la responsabilité des fermiers se rapprochent mieux de la situation réelle des élevages.

Le protocole et les traitements doivent être bien définis de façon à aboutir à des résultats clairs et faciles à interpréter. Les expériences monofactorielles sont probablement les plus efficaces.

Dans le cas de mesures biologiques quantitatives (où l'analyse statistique est

considérée comme un élément important des résultats) la taille de l'échantillon est déterminée par la variabilité associée au facteur étudié et par le niveau de confiance désiré.

Les coûts de l'expérimentation en ferme sont liés de très près au protocole et à l'emplacement des essais. Un dispositif expérimental simple peut réduire les coûts.

Il convient de trouver le bon compromis entre le coût et l'efficacité de l'expérience.

4.3.2. Les critères d'évaluation des essais:

Les résultats des essais en ferme doivent fournir aux chercheurs une compréhension claire de l'efficacité technique en cause, des avantages économiques et de la compatibilité socio-culturelle des technologies éventuellement placées dans le contexte du système agricole cible.

Les analyses économiques doivent chercher à estimer des prix à la ferme, réalistes pour les facteurs de production utilisés et les produits.

La mesure du taux d'adoption d'une nouvelle technique par les éleveurs est un bon moyen technique de quantifier la compatibilité d'un système à l'égard d'une technologie.

Troisième partie:UTILISATION D'ENSILAGES D'HERBE PREFANES EN BALLES RONDES ET COUPE FINE PAR DES GENISSES LAITIÈRES

1. JUSTIFICATIONS DE CET ESSAI D'INGESTION EN FERME

1.1. Thème de l'étude:

La problématique générale de cet essai repose sur l'exploitation de stocks fourragers de façon à résoudre le déficit fourrager ressenti plus particulièrement par les éleveurs laitiers dans les Hauts de l'île de La Réunion.

Plus précisément, il s'agit de juger de l'influence du matériel de récolte sur la qualité de conservation et sur la valorisation de l'ensilage d'herbe par les animaux.

Pour ce faire, trois lots de 12 génisses ont été constitués. Celles-ci ont reçu un régime à base d'ensilage d'herbe et de concentrés. La nature et la quantité de concentrés distribuée étaient identiques pour les trois lots, alors que les fourrages offerts à chaque lot ont été récoltés selon les techniques de conservation suivantes:

- l'ensilage d'herbe préfané en balles rondes enrubannées,
- l'ensilage d'herbe préfané en coupe fine (brins courts),
- l'ensilage d'herbe ressuyé en coupe fine (brins courts).

Les niveaux d'ingestion et les performances animales ont été mesurés sur une période de trois mois. L'évaluation de la valeur alimentaire des fourrages et de la qualité de conservation des ensilages utilisés doit venir préciser l'intérêt de chacune de ces techniques de récoltes d'ensilage d'herbe en terme de valorisation par les animaux.

Bien que les vaches laitières soit les principales consommatrices de fourrages conservés à La Réunion, cet essai d'ingestion a employé des génisses laitières. Il conviendra de reproduire ce type d'essai sur d'autres catégories d'animaux et en des lieux différents, de façon à disposer de références animales en la matière.

Ces données de valorisation des ensilages par les animaux sont indispensables à une approche économique. En effet, beaucoup de questions se pose actuellement sur l'intérêt économique de la conservation des fourrages sous forme d'ensilage.

1.2. Définition des problèmes de recherche:

L'ensilage d'herbe est une technique maintenant largement développée dans les zones d'élevages des Hauts de l'île de La Réunion.

L'essor de cette technique a réellement débuté en 1987, avec un programme lancé en collaboration entre les organismes de recherche(CIRAD-SAR ex CEEMAT) et les organismes techniques (AFP, Chambre d'Agriculture).

Face aux difficultés de conservation des fourrages observés au cours d'enquêtes chez les éleveurs (BRUNSCHWIG P.1987), des solutions techniques issues des progrès du machinisme ont été proposées et testées en milieu réel.

Ainsi les principales techniques utilisées en Métropole qui sont amélioratrices de la qualité de conservation des ensilages d'herbe sont apparues à La Réunion. Il s'agit notamment de :

- l'ensilage d'herbe en balles rondes enrubannées. Cette technique est avantageuse sur des exploitations disposant de petites structures. A La Réunion, le morcellement du parcellaire est en relation directe avec la topographie. La souplesse des chantiers d'ensilage en balles rondes enrubannées est donc le principal atout de cette technique.

Du point de vue de la qualité de conservation, il se dégage que le séchage de fourrages (préfanage ou mi-fanage) est un critère primordial de la réussite de conservation sous forme d'ensilage.

- l'ensilage d'herbe en brins courts réalisé à partir d'une ensileuse coupe fine favorise le tassage au silo. La libération des sucres de la plante assure ainsi une acidification rapide. Face au déficit chronique en sucres solubles des plantes fourragères, le préfanage (30 - 35 % de MS) apporte une garantie supplémentaire en terme de conservation.

Dans les conditions réunionnaises, ces deux techniques se complètent en ciblant deux types d'exploitation : les petites exploitations plus traditionnelles et celles plus performantes d'un point de vue économique et mieux équipées.

Les progrès du machinisme se sont immédiatement répercutés sur la qualité de conservation des ensilages d'herbe. Cette amélioration de la qualité de conservation a été appréciée à travers la satisfaction des utilisateurs, mais aussi par des résultats d'analyses de conservation. Toutefois, il est apparu indispensable de traduire ces progrès en terme de performances animales.

En fin de compte la mesure de la valorisation de différentes techniques d'ensilage par les animaux est l'aboutissement du travail de recherche appliquée mis en place chez les éleveurs depuis trois ans.

A La Réunion, la station de recherche expérimental n'est pas un outil disponible. C'est pourquoi, un essai en grandeur nature s'est imposé comme la meilleure approche de la valorisation par les animaux d'ensilage d'herbe récoltés selon des techniques modernes.

Le choix du site de l'essai s'est porté sur la ferme de la Sica Lait, pour les deux raisons suivantes : elle est la seule structure d'élevage dans les Hauts pouvant réunir trois lots de 12 animaux relativement homogènes. De plus, elle dispose d'une surface mécanisée importante permettant la constitution de stocks fourragers suffisants.

1.3. Présentation de l'exploitation:

1.3.1. L'agro-climatologie:

Située à la Plaine des Cafres, à 1 550 mètres d'altitude, l'exploitation de la Sica Lait possède des terres d'un seul tenant, d'une superficie totale de 249 hectares.

Tableau 3.1. Résultats de quelques analyses d'échantillons de prairie prélevés en saison chaude à La Plaine des Cafres. (GILIBERT J., 1981).

NATURE DU FOURRAGE	Dactyle Ray Grass	Dactyle Ray Grass	Dactyle Ray Grass	Dactyle pur	Dactyle pur
<i>Age des repousses (jours)</i>	161	137	83	229	141
<i>Stade de récolte</i>	Mont/épiais.	Mont/épiais.	Végétatif	Epiaison	Mont/épiais.
<i>Vitesse de repousse (kg MS/ha/j)</i>	70	17	37	19	28
<i>Composition chimique:</i>					
Teneur en MS (%)	15,1	17,4	28,1	28,3	18,5
MAT en % MS	19,38	13,27	13,35	10,7	14,65
MM en % MS	7,2	4,44	4,16	5,79	5,13
MG en % MS	4,31	3,05	4,27	3,23	4,61
NDF en % MS	63,12	74,37	73,26	74,04	71,11
ADF en % MS	36,88	42,81	38,79	41,21	40,85
ADL en % MS	8,66	5,25	5,86	5,69	5,35
Hémicellulose en % MS	26,24	31,56	34,47	32,83	30,26
CB en % MS	28,22	42,81	32,93	35,52	35,3
<i>Valeur nutritive estimée</i>					
DMO	62,9	58,4	61,5	59,9	61,3
UFL	0,71	0,64	0,69	0,66	0,69
PDIN	124	85	85	68	93
PDIE	97	81	84	77	86

A cette altitude, le climat se rapproche davantage du type tempéré que du type tropical. Il se caractérise par une saison humide et chaude (de décembre à avril), une saison sèche et froide (de mai à septembre) et d'une saison sèche et chaude (de octobre à décembre).

Les températures moyennes sont relativement basses. Elles varient entre 10 et 16 °C au cours de l'année. La fréquence des jours de gel au sol (18 jours en moyenne par an) empêche l'implantation de toute végétation sensible au gel.

La région est relativement humide avec notamment une hygrométrie importante due à l'existence fréquente de brouillard qui limite l'ensoleillement.

Les caractéristiques géomorphologiques de cette exploitation permettraient la mécanisation d'une superficie de 80 hectares.

Les sols sont des andosols désaturés perhydratés formés à partir de matériaux volcaniques. La mise en valeur de ces sols est un préalable à une intensification fourragère. Des expérimentations menées par l'IRAT à la Plaine des Cafres ont évalué le potentiel des prairies améliorées à base de graminées fourragères tempérées à 9 tonnes de MS par hectare par an.

A partir d'échantillons prélevés par GILIBERT J. (1981) à la Sica-Lait, les valeurs nutritives ont été estimées pour une parcelle à base de Dactyle (1/3) et de Ray Grass (2/3), et pour une parcelle de Dactyle pure prélevée en saison chaude (Janvier-Avril). Elles sont présentes dans le tableau 3.1.

1.3.2. L'aspect structurel de l'exploitation (Atelier Génisses):

L'atelier bovin comprend deux bâtiments principaux. Le premier accueille et permet l'élevage des jeunes génisses (âgées de 7 jours à 8 mois); alors que le second, situé au coeur des surfaces fourragères reçoit des génisses plus âgées (9 à 30 mois).

Le bâtiment est semi-ouvert. Les animaux disposent d'une aire d'exercice à l'extérieur. Le sol est bétonné sans paillage. Les surfaces intérieures sont nettoyées à l'aide d'un racloir à chaîne, alors que les surfaces extérieures sont racclées à l'aide d'un tracteur.

En zone herbagère, trois grands silos, chacun d'une capacité de 100 m³ sont situés à proximité des bâtiments. Les aliments concentrés sont stockés en vrac ou en silo.

Les trois principales espèces fourragères implantées dans les pâturages sont le Dactyle prairial (*Dactylis glomerata*), le Kikuyu local (*Pennisetum clandestinum*) et des Ray-Grass Anglais (pérenne) ou Hybrides.

1.3.3. Les caractéristiques et activité de la Sica Lait:

La Sica lait a été créée en 1962 sous forme d'une société à intérêt collectif agricole. En 1991, son nombre d'adhérents se chiffrait à 612 dont 218 livreurs de lait.

Le principal rôle de la Sica Lait consiste à collecter le lait chez les adhérents et à le vendre aux transformateurs. Au niveau de la production la Sica Lait s'engage à jouer

plusieurs rôles dont l'élevage des génisses nées localement , l'encadrement et la formation auprès des éleveurs.

Ainsi, cette exploitation a contribué au développement de la production laitière dans le cadre du Plan d'Aménagement des Hauts de La Réunion.

Depuis 1984, la Sica Lait s'est chargée du suivi du contrôle de la qualité du lait.

Au moment où l'activité laitière se développait dans les Hauts (1982) l'atelier de génisses s'est créé. L'objectif premier a été de satisfaire la demande de génisses nécessaire au renouvellement et à l'accroissement du cheptel dans le cas des élevages existants, mais aussi de permettre l'installation de jeunes producteurs laitiers.

1.3.4. La gestion technique de l'atelier génisses:

Les génisses collectées sur les exploitations des adhérents sont transférées au centre dès l'âge de 7 jours. La race Frisonne est la mieux représentée. Les autres races étant des Brunes des Alpes et les Normandes.

L'élevage des génisses est scindé en deux phases qui se distinguent par un changement de régime alimentaire et par un changement d'étable.

Dès le plus jeune âge, les génisses reçoivent un aliment lactée. Le foin est mis à leur disposition en atelier. Progressivement, elles vont recevoir une alimentation à base d'ensilage d'herbe et de concentrés jusqu'à ce qu'elles atteignent un poids satisfaisant pour l'insémination artificielle. Avant d'être rétrocédées ou livrées à un éleveur, elles sont mises au pâturage en période de pousse de l'herbe.

La base de l'alimentation est l'ensilage d'herbe. Cependant, la bagasse est intégré en plus ou moins grande proportion (10 à 30 %) dans la ration. En effet, la mauvaise conservation des ensilages d'herbe est en partie due aux mauvaises aptitudes des graminées à être ensilées (faible teneur en sucres, fort pouvoir tampon) mais surtout à leur faible teneur en MS. L'incorporation de la bagasse remonte artificiellement la teneur en matière sèche de la ration. Malgré son fort encombrement, elle favorise dans une moindre mesure le niveau d'ingestion globale des génisses.

La volonté des responsables de la Sica Lait est d'atteindre un âge de 24 mois au premier vêlage. Actuellement, la ration autorise des croissances quotidiennes comprises entre 400 et 700 grammes par jour pour un âge au premier vêlage approchant le 28 à 32 mois selon les données.

De tels objectifs (24 mois au premier vêlage) seraient réalisables si les génisses étaient conduites une partie de l'année (période favorable) au pâturage. Toutefois, la conception des surfaces fourragères semble inadaptée à ce mode d'élevage en plein air. Alors que les surfaces en prairies sont limitées, le manque de parcelles et la faible productivité des fourrages sont autant d'obstacles.

Malgré un degré de mécanisation important, l'élevage des génisses en

stabulation toute l'année est une tâche contraignante à tous les niveaux.

Alors que les chantiers de récolte en balles rondes sont confiés à des entreprises privées, un nombre impressionnant de petits chantiers d'ensilage sont répétés en période de pousse de l'herbe (un chantier tous les 40 à 50 jours). Malgré cette pratique de reports fourragers, le déficit fourrager hivernal nécessite l'incorporation de concentrés dans la ration à base d'ensilage d'herbe.

Dans le cadre de l'amélioration de la qualité de conservation des ensilages, la Sica Lait s'intéresse aux techniques "nouvelles" comme les balles rondes enrubannées et la coupe fine afin d'économiser les concentrés et d'augmenter le niveau d'ingestion d'ensilage d'herbe.

2. CONDITIONS EXPERIMENTALES EN FERME

2.1. Le fourrage et le chantier de récolte:

La composition botanique exacte des prairies récoltées n'a pas pu être connue. Bien qu'il s'agisse de prairies semées en Dactyle prairial ou en Ray-Grass (Anglais ou Hybride), elles sont toutes plus ou moins envahies par le Kikuyu particulièrement agressif dans cette zone. Très grossièrement, le matériau récolté au cours des différents chantiers a été caractérisé par un mélange en proportion égale de Kikuyu, de Dactyle et de Ray-Grass Hybride.

Les différences de types de fourrages sont atténuées pour les ensilages en silo du fait du remplissage couche par couche et d'une distribution tranche par tranche.

Par contre, les balles rondes enrubannées sont plus hétérogènes d'une balle à l'autre.

Le ressuyage du 1er mars n'a semble-t-il pas été efficace. La teneur en MS du fourrage est passé du 14-15% à 17-19 % en 24 heures.

Par contre, les ensilages réalisés au début du mois d'avril ont bénéficié de bonnes conditions météorologiques. Bien que la durée du préfanage ait été courte (6 à 8 heures), la teneur en MS du fourrage est passée de 16 % environ à 40 % pour la coupe fine, et 44 % pour les balles rondes enrubannées.

La forte vitesse de dessiccation de l'ensilage préfané coupe fine (environ 5 points de MS par heure) est liée au fort ensoleillement mais aussi au rendement fourrager qui est apparu faible (environ 3 tonnes de MS par hectare).

Par contre, la deuxième journée de chantier n'a pas été favorable à une dessiccation plus poussée du fourrage, alors que l'objectif initial était de faire du mi-fané;

Les temps de travaux du chantier de cet essai ont été anormalement élevés du fait du caractère expérimental de cette récolte. Ils ne sont donc pas présentés ici.

2.2. Les animaux et les régimes expérimentaux:

En début d'essai, l'étable compte environ 160 génisses dont l'âge varie de 12 à 28

mois. Le niveau moyen de l'étable en terme de croissance journalière étant de 550 grammes par jour depuis le début de l'année.

A partir des animaux (disponibles) de race frisonne, deux lots de 12 génisses ont d'abord été constitués en prenant en compte leurs poids et leurs âges à la dernière pesée. Le troisième lot n'a été disponible que plus tard, alors que l'essai avait déjà débuté depuis plus d'un mois.

Les animaux des lots nourris avec les ensilages balles rondes enrubannées et préfané coupe fine sont relativement comparables.

Par contre, le troisième lot sur lequel les mesures ont débuté plus tardivement est différent des deux premiers lots. Agés de 20 jours en plus, les animaux sont plus hétérogènes entre eux à l'intérieur du lot.

Les ensilages sont distribués à volonté avec un apport journalier de concentrés fixé à environ 2 kg de MS pour chaque animal tout au long de l'essai. Un complément minéral type Ucaphos (15 % Ca, 7 % P) est disponible sous forme de blocs à lécher.

2.4. Les contrôles

Les génisses ont été pesées (double pesée) à la constitution des lots, puis à la fin de l'essai. Entre cette période, deux pesées ont eu lieu (24/07 et le 24/08).

Les fourrages distribués sont pesés quatre jours par semaine, alors que les quantités de concentrés sont vérifiées une fois par mois. Les refus sont enlevés des auges et pesés quatre fois par semaine.

La teneur en matière sèche des fourrages est déterminée chaque jour de mesure, à partir d'un échantillon d'environ 500 grammes d'ensilage prélevé dans l'auge. Un échantillon de concentré est régulièrement prélevé (1 fois tous les deux mois).

La composition chimique et la qualité de conservation de ces ensilages sont déterminées à partir d'échantillons frais prélevés tous les 15 jours sur le front du silo. En fin d'expérience, le pH a été mesuré dans l'auge une fois par semaine.

2.4. L'analyse des résultats:

La valeur nutritive des trois ensilages a été calculée à partir des résultats de la composition chimique des fourrages à la récolte.

Les valeurs énergétiques sont estimées à partir des équations de l'INRA et d'une approche de la digestibilité de la matière organique (estimée à partir des digestibilités enzymatiques de la matière organique).

L'approche des valeurs azotées des ensilages a été raisonnée à partir des teneurs en MAT du fourrage à la récolte et des données de conservation de ces ensilages. En effet, il faut tenir compte des analyses de conservation qui mettent en évidence une dégradation non négligeable des matières azotées.

Tableau 3.2. Caractéristiques des fourrages.

	Balles Rondes Enrubannées	Ensilage préfané Coupe fine	Ensilage ressuyé Coupe fine
<i>Caractéristiques à la récolte:</i>			
Teneur en MS (%)	44,75	40,45	18,32
MAT en % MS	13,97	15,59	16,89
MM en % MS	7,75	7,53	9,27
CB de Weende en % MS	29,46	27,51	32,61
ADF en % MS	35,47	33,6	39,11
ADL en % MS	5,63	4,74	5,58
CB en % MS	29,85	28,86	33,53
Solubilité de la MO (% MO)	45,02	49,25	51,16
N soluble par pronase (% MAT)	39,07	37,8	29,92
<i>Composition des fourrages après conservation:</i>			
Teneur en MS (%)	43,97	39,48	21,41
MAT en % MS	15,11	16,26	13,56
MM en % MS	8,62	8,9	11,52
CB de Weende en % MS	30,33	27,67	37,08
ADF en % MS	34,91	33,23	43,29
ADL en % MS	4,31	4,51	7,23
CB en % MS	30,72	28,72	36,06
Solubilité de la MO (% MO)	47,12	50,07	40,11
N soluble par pronase (% MAT)	53,97	49,74	40,41
<i>Caractéristiques fermentaires des ensilages:</i>			
pH	4,43	4,33	5,29
N-NH ₃ (% N total)	11,28	15,68	41,38
N Soluble (% N total)	42,66	44,02	54,67
Ac. Acétique (g/kg MS)	17,11	18,45	39,28
Ac. Propionique (g/kg MS)	1,51	1,93	6,66
Ac. Butyrique (g/kg MS)	2,6	3,49	18,12
Ac. Gras Volatils (mmoles/kg MS)	314	381	920
Alcools (g/kg MS)	5,65	2,32	4,74

Le calcul des valeurs PDI repose sur les valeurs de la dégradabilité théorique (DT) et de digestibilité réelle (dr) de la fraction azotée alimentaire dans l'intestin grêle, respectivement de 0,75 et 0,60 pour les balles rondes enrubannées ; 0,74 et 0,60 pour les ensilages préfanés coupe fine ; 0,78 et 0,60 pour l'ensilage ressuyé coupe fine.

Les matières organiques fermentescibles (MOF) ont été calculées en retranchant à la teneur en matière organique digestible, les matières azotées non digestibles, les matières grasses et les produits de fermentation des ensilages. Ne disposant pas de la teneur en acide lactique, nous avons pris les hypothèses moyennes suivantes : 35 g par kg de MS pour l'ensilage balles rondes enrubannées, 50 g par kg de MS pour l'ensilage préfané coupe fine et 65 g par kg de MS pour l'ensilage ressuyé coupe fine.

3. RESULTATS DE L'ESSAI D'INGESTION D'ENSILAGE D'HERBE:

3.1 Composition chimique des fourrages à la récolte et après conservation:

Bien que les fourrages aient été récoltés sur le même type de prairie, les analyses bromatologiques des échantillons prélevés sur andains au moment de la récolte sont sensiblement différentes (tableau 3.2).

La teneur en matière azotée totale (MAT) du fourrage récolté en balles rondes enrubannées est de 13,97% MS. Cette teneur est inférieure à celles caractérisant le fourrage du préfané coupe fine (15,59 % MS) et le fourrage ressuyé coupe fine (16,89 % MS)

Dans les mêmes proportions, les teneurs en Acid Detergent Fiber (ADF) et en lignine sont supérieures pour le fourrage des balles rondes enrubannées (33,47 et 5,43 % MS) par rapport à celles de l'ensilage préfané et de l'ensilage ressuyé coupe fine (respectivement 35,47 ; 5,67 et 33,6 ; 4,74 % MS)

Les différences de composition chimique entre les fourrages conservés en balles rondes et préfanés coupe fine n'auraient pas dû être aussi importantes puisqu'ils ont été ramassés sur les mêmes parcelles. Bien que la date de fauche ait été identique pour ces deux ensilages, l'ensilage préfané coupe fine a été récolté après une journée de dessiccation; par contre, le fourrage en balles rondes enrubannées est resté une journée de plus au sol avant d'être pressé en balles.

Au moment de la récolte, le séjour plus poussé du fourrage au sol présente des risques plus importants en rapport avec les conditions météorologiques du moment. Mais, il induit surtout des modifications au niveau de la plante qui continue à respirer. La teneur en sucres diminue. Cette combustion entraîne des pertes de matière sèche d'autant plus importantes que les températures sont fortes.

Pour cet ensilage, les quantités récoltées sur les bordures de champs se sont souvent faites au détriment de la qualité. il était indispensable de disposer d'un stock suffisamment important de chacun de ces deux ensilages.

Les prélèvements de fourrages dans les balles rondes ont été réalisés à l'aide d'une carotteuse avant l'enrubannage. En conséquence, la mélasse épandue sur les andains a pu modifier les résultats de l'analyse chimique du fourrage. Cette présence de mélasse dans le fourrage se traduit par une légère élévation de la teneur en matières organiques. La principale conséquence est d'entraîner une légère surestimation de la digestibilité de la matière

Tableau 3.3. Appréciation par des notes synthétiques de la qualité des ensilages.

	Balles Rondes Enrubannées	APRECIATIONS		
	Notes sur 20	Mauvais	Moyen	Très Bon
NOTES SYNTHETIQUES:				
- de conservation	12,82			
- d'ingestion	13,54			
- de valeur azotée	12,54			
	Ensilage préfané Coupe fine	APRECIATIONS		
	Notes sur 20	Mauvais	Moyen	Très Bon
NOTES SYNTHETIQUES:				
- de conservation	10,39			
- d'ingestion	11,58			
- de valeur azotée	9,51			
	Ensilage ressuyé Coupe fine	APRECIATIONS		
	Notes sur 20	Mauvais	Moyen	Très Bon
NOTES SYNTHETIQUES:				
- de conservation	0,24			
- d'ingestion	6,34			
- de valeur azotée	6,33			

organique de cet ensilage.

Nous n'avons pas pu disposer d'éléments suffisamment précis sur les conditions de récolte du fourrage récolté en ensilage réssuyé coupe fine. Au vue des fortes teneurs en cellulose brute (33,53% MS) et en matière azotée totale (16,89 % MS), il est probable que le stade de récolte de cet ensilage ait été plus tardif.

Après conservation, on peut remarquer une diminution de la teneur en cellulose brute (- 1,8 % MS) ainsi qu'une augmentation de la teneur de la matière azotée (+ 3,67 % MS) pour l'ensilage préfané coupe fine.

3.2. Qualité de la conservation et valeur nutritive de l'ensilage:

3.2.1. La qualité de la conservation:

Comme le montre le tableau n_3.2, la qualité de conservation de ces trois ensilages est moyenne à mauvaise.

Pour un pourcentage de matière sèche corrigé de 43,62 %, le pH des balles rondes a été en moyenne de 4,43. La teneur en ammoniac est assez élevée pour ces teneurs en matière sèche (11,28 % de N total). De plus, la teneur en acide butyrique n'est pas négligeable (2,6 g/kg MS); le développement de la flore butyrique est sans doute la principale cause de la dégradation des matières azotées. La présence de spores butyriques est à rapprocher d'une probable incorporation de terre au moment de la récolte. Avec une plante comme le Kikuyu, ces contaminations sont inévitables par les stolons, d'autant plus que la récolte s'est déroulée trois jours après une période de pluie (8 mm).

En comparaison des deux autres ensilages, le fourrage conservé en balles rondes enrubannées peut toutefois être considéré comme étant le mieux conservé des trois ensilages.

Le pourcentage de pertes par moisissures observé au cours de la distribution est estimé à environ 5 % des quantités de matière sèche.

En ce qui concerne l'ensilage préfané coupe fine, la conservation de la qualité des matières azotées n'a pas été satisfaisante. En effet, les fortes teneurs en azote ammoniacale (15,68 % de l'azote totale), et la teneur en acide butyrique plutôt élevée (3,14 g par kg de MS) sont les principaux indicateurs de cette dégradation. .

Un deuxième phénomène biochimique est également intervenu au cours de la conservation de l'ensilage préfané coupe fine et après l'ouverture du silo. Ainsi, il a été remarqué un échauffement d'intensité moyenne (40 à 50_C) et un développement important de moisissures.

Les principales raisons de ces phénomènes sont relatives à la mauvaise fermeture de ce silo. La circulation d'air a été d'autant plus favorisée que des teneurs en matière sèche étaient beaucoup plus fortes dans les couches supérieures du silo (plus 10 point environ).

Les pertes par inconsommables ont été assez importantes sur les 30 premiers centimètres.

Tableau 3.4. Valeurs nutritives estimées des ensilages.

	Balles Rondes Enrubannées	Ensilage préfané Coupe fine	Ensilage ressuyé Coupe fine
<i>Valeur nutritive estimée:</i>			
Digestibilité de la MO (%)	57,38	60,16	61,41
UFL/kg MS	0,63	0,69	0,69
PDIN en g/kg MS	81	91	98
PDIE en g/kg MS	63	67	60
Ca en g/kg MS	2,3	2,4	2,4
P en g/kg MS	4,8	4,8	4,8

Tableau 3.5. Composition chimique et valeur nutritive des aliments concentrés.

	Maïs Broyé et Tourteau de soja	Farine basse de riz	Mélasses
<i>Composition chimique:</i>			
Teneur en MS (%)	87,6	89,5	nd (2)
MAT en % MS	21,09	14,63	nd
MM en % MS	3,07	7,73	nd
MGE en % MS	-	18,09	nd
ADF en % MS	5,21	6,8	nd
ADL en % MS	-	2,63	nd
CB en % MS	-	4,17	nd
<i>Valeur nutritive estimée (1):</i>			
UFL/kg MS	1,11	1,07	0,8
PDIN en g/kg MS	166	103	18
PDIE en g/kg MS	136	101	40
Ca en g/kg MS	1,12	0,45	9
P en g/kg MS	4,4	1,81	0,8

(1) sauf mélasses, dont les valeurs sont issues de J. GILIBERT, 1984.

(2) non disponible

Par contre, le coeur du silo s'est caractérisé par un pH inférieur à 4 et donc par une très bonne qualité de conservation.

L'ensilage ressuyé coupe fine présente les caractéristiques d'une mauvaise conservation : un pH moyen égal à 5,2 ; une teneur en ammoniac de 41,38 % de l'azote totale et une teneur en acide butyrique beaucoup trop élevée (18,12 g/ kg de MS).

L'apport de mélasse n'a pas suffi à abaisser le pH de l'ensilage jusqu'aux conditions de conservation normales de stabilité (pH inférieur à 4). Toutefois, les conditions d'anaérobiose n'ont pas été respectées, puisque le silo a été réouvert puis recouvert d'un deuxième ensilage en cours de conservation. De plus, la vitesse d'avancement du front d'attaque n'a pas été suffisamment rapide au cours de la consommation par les animaux.

Comme pour l'ensilage préfané coupe fine, la conservation des matières azotées est compromise par de fortes teneurs en acide butyrique.

3.2.2. Les valeurs nutritives estimées des ensilages:

Par rapport aux analyses déjà réalisées, les valeurs nutritives des fourrages utilisés dans cet essai semblent être bien représentatif des fourrages poussant en saison chaude à la Plaine des Cafres (tableau 3.1)

Les valeurs énergétiques estimées des ensilages préfanés coupe fine et ressuyé coupe fine sont tous les deux estimées à 0,69 UFL par kg de MS. L'ensilage en balles rondes enrubannées se caractérise par une valeur légèrement plus faible, soit 0,63 UFL par kg de MS.

(tableau 3.4)

A partir des hypothèses exposées dans le paragraphe 2.5, les valeurs PDIN obtenues sont de 81, 91 et 98 g par kg de MS respectivement pour l'ensilage en balles rondes enrubannées, préfané coupe fine et ressuyé coupe fine. Ces valeurs PDIN sont nettement supérieures aux valeurs PDIE , soit 63, 67 et 60 g par kg de MS pour ces mêmes ensilages. Cette différence entre les PDIN et les PDIE aurait dû être pris en compte dans l'établissement de la ration à base de concentrés.

Globalement, ces fourrages ont des caractéristiques alimentaires médiocres , principalement liées aux caractéristiques climatiques de la saison chaude (fortes températures et pluies). Leur consommation au pâturage par ce même type d'animaux n'autoriserait pas des gains de poids vif supérieurs à 300-400 g/j sans complémentation.

Il faudra donc toujours relativiser les performances animales autorisées par les ensilages utilisés dans cet essai par rapport à celles obtenues avec le fourrage vert.

3.2.3. La composition chimique et la valeur nutritive des aliments concentrés:

L'ensemble de ces valeurs est représenté dans le tableau 3.5.

Seule la valeur nutritive de la mélasse a été tirée de la bibliographie (GILBERT J., 1984), puisque nous n'avons pas pu prélever des échantillons au moment de la récolte.

A partir des résultats d'analyse de la composition chimique (teneur en MAT égale à 21,09 % de MS) la proportion du mélange Maïs - Tourteau de Soja laisse envisager d'une part des teneurs en MAT (15,8 % de MS) du maïs inférieures à la normale ;et d'autre part, un tourteau de soja un peu faible en matières azotées (52,7 g de MATen% de MS).

3.3. Quantités d'ensilage ingérées et gain de poids vif des génisses:

Les résultats d'ingestion sont présentés dans le tableau 3.6. en kg de matière sèche par animal et par jour , et en kg de matière sèche par 100 kg de poids vifs de façon à pouvoir comparer des animaux ayant des poids vifs sensiblement différents.

Sur la période d'essai, l'ensilage en balles rondes a été ingéré en plus grandes quantités (5,8 kg de MS par animal et par jour) par rapport à l'ensilage préfané coupe fine (4,71 kg de MS par animal et par jour) et à l'ensilage réssuyé coupe fine (4,56 kg de MS par animal et par jour). Les différences de niveaux d'ingestion sont plus importantes quand les quantités ingérées (kg de MS) sont ramenées à 100 kg de poids vif (respectivement 1,78; 1,41; 1,22).

L'évolution des quantités ingérées a été différente pour les trois lots génisses, comme le montre le graphique 3.1. . Vers la 6 ème semaine d'essai, l'ingestion d' une série de trois balles rondes enrubannées d'excellentes qualités (à dominance de ray grass hybride et bien conservées) ont permis aux génisses d'atteindre des niveaux d'ingestion de fourrages proches de 3 kg de MS par 100 kg de poids vif.

Sur les huit semaines, les taux de refus ont été légèrement plus faibles pour l'ensilage en balles rondes enrubannées (22%) et pour l'ensilage réssuyé coupe fine (21 %) par rapport à l'ensilage préfané coupe fine (28%) . Il est vrai que le volume occupé par le fourrage de l'ensilage balles rondes enrubannées dans l'auge lorsqu'il était distribué une seule fois dans la journée (le matin) a sans doute influé les taux de refus. De plus, l' appétence du produit a été très nettement supérieur aux deux autres ensilages.

Sur la période de 14 semaines de mesures, les quantités ingérées par les génisses recevant l'ensilage en balles rondes enrubannées et par celles recevant le préfané coupe fine ont cependant été plus proches (respectivement 5,4 et 4,9 kg de MS par animal et par jour) que pendant la période d'essai.

D'après le graphique 3.2 , les quantités ingérées (exprimées en kg de MS par 100 kg de poids vif) se sont accrues avec la teneur en matière sèche , et avec la qualité de la conservation (pH; N-NH3 en % Ntotal) des ensilages.

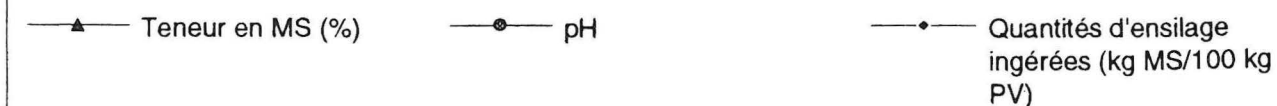
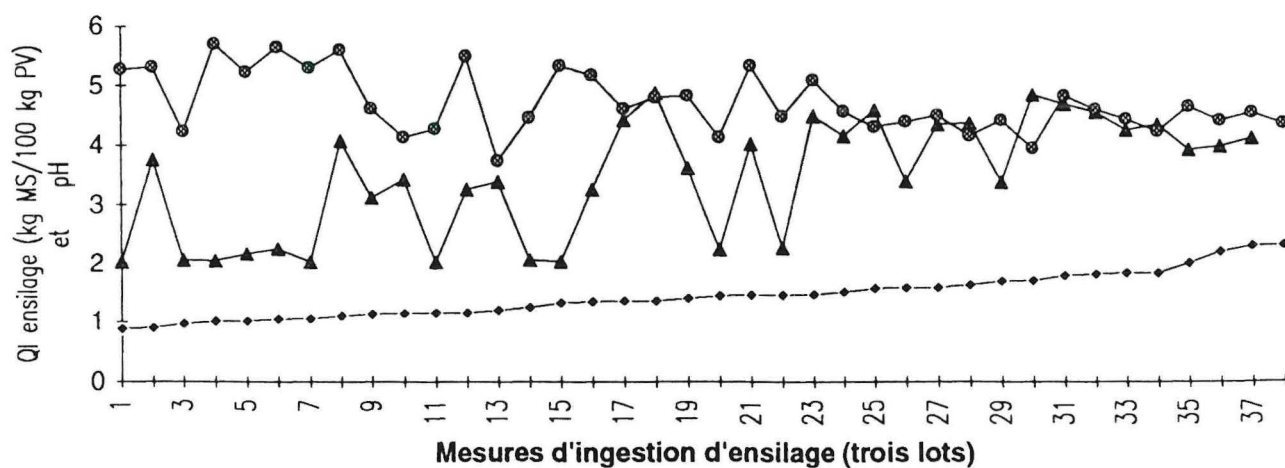
Les apports de concentrés ont peu influencé le niveau d'ingestion global de la ration. Toutefois, Il semblerait que ceux-ci aient été plus favorables à l'ingestion du fourrage en balles rondes enrubannées. Pour cet ensilage, le taux de substitution aurait été moins élevé en relation avec la plus faible valeur nutritive de ce fourrage .

Entre les pesées, les niveaux d'ingestion ont évolués dans le même sens que les quantités ingérées. Sur la période d'essai, les gains de poids vifs des génisses recevant les ensilages en balles rondes et préfané coupe fine ont été satisfaisants (respectivement 634 g/j

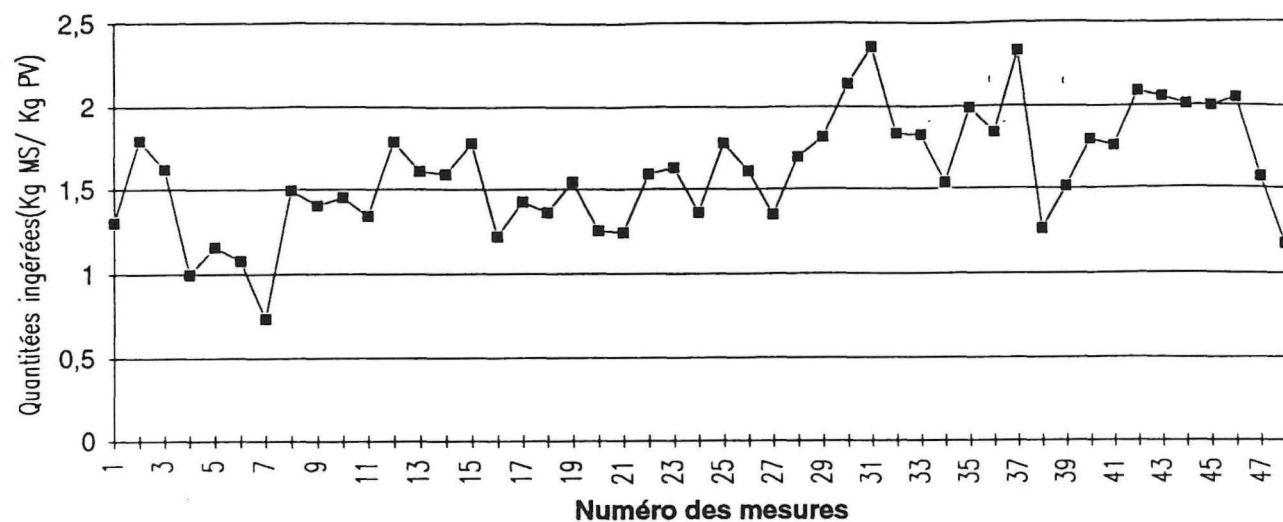
Tableau 3.6. Quantités ingérées et gain de poids vif des génisses.

	Balles Rondes Enrubannées	Ensilage préfané Coupe fine	Ensilage ressuyé Coupe fine
<i>Quantités ingérées de fourrage:</i>			
- par animal (kg MS/j)	5,81	4,71	4,56
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	1,79	1,41	1,22
<i>Quantités ingérées de concentrés:</i>			
- par animal (kg MS/j)	1,99	1,99	1,99
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	0,61	0,59	0,53
<i>Quantités totales ingérées:</i>			
- par animal (kg MS/j)	7,79	6,7	6,55
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	2,4	2	1,75
Poids vif moyen (kg)	325	335	375
<i>Gain de poids vif (en g/j)</i>			
- sur 8 semaines d'essai	634	649	414
- sur 14 semaines	553	604	-
<i>Efficacité alimentaire (essai)</i> (kg MS/ kg de croît)	12,29	10,32	15,81

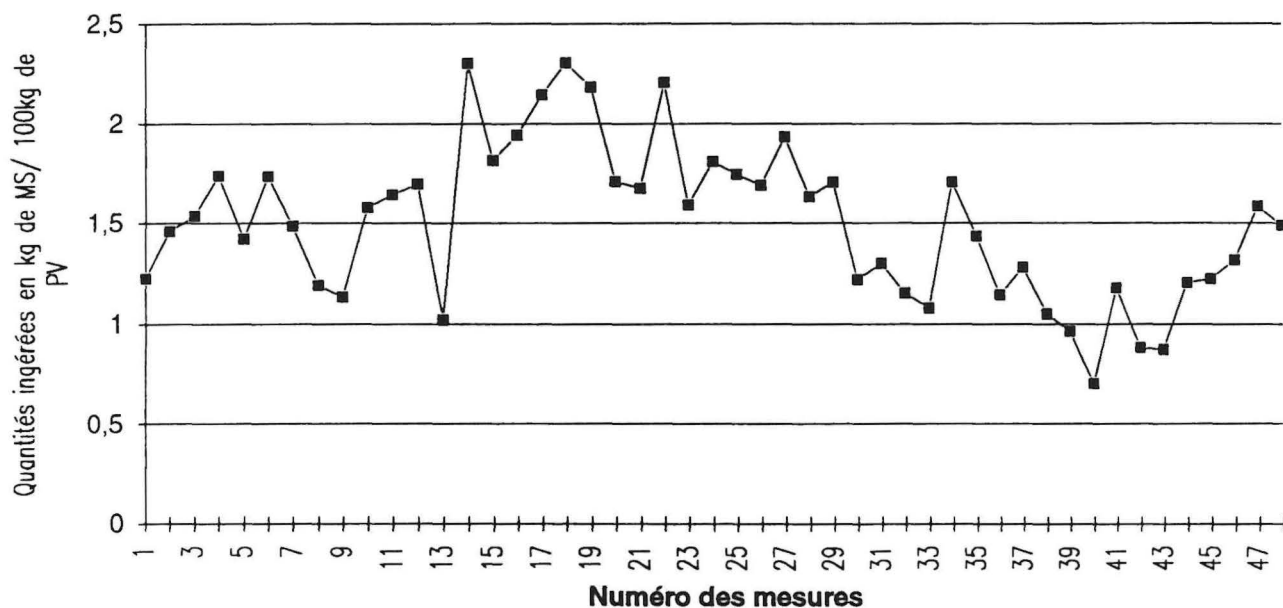
Evolution du pH et de la teneur en MS pour des quantités d'ensilage ingérées croissantes (en kg MS/100 kg PV)



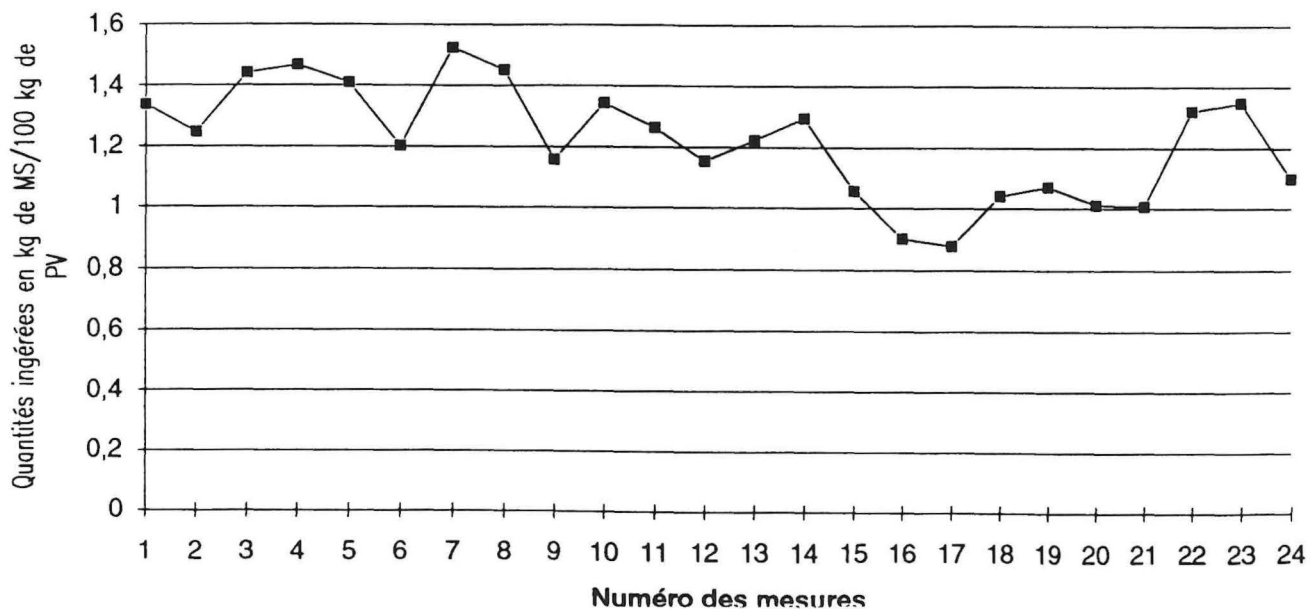
Graphique 3.1.volution des quantités ingérées de fourrage (kg de MS/100 Kg de PV) par le lot BRE



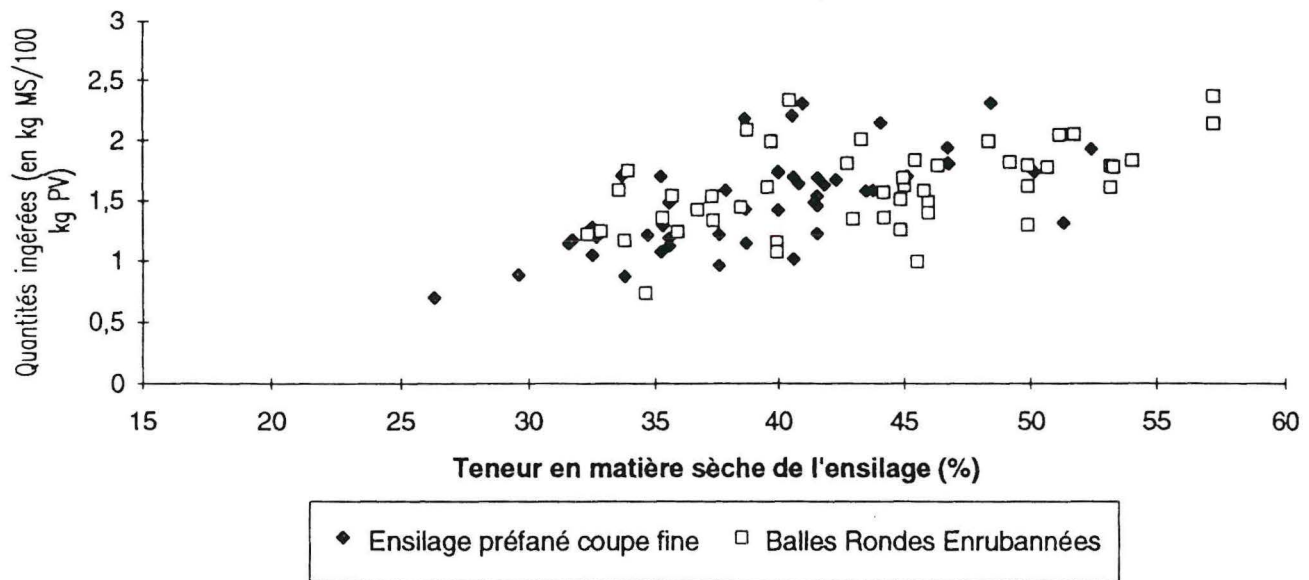
Evolution des quantités ingérées de fourrage (en kg de MS/ 100kg de PV) pour le lot PREF



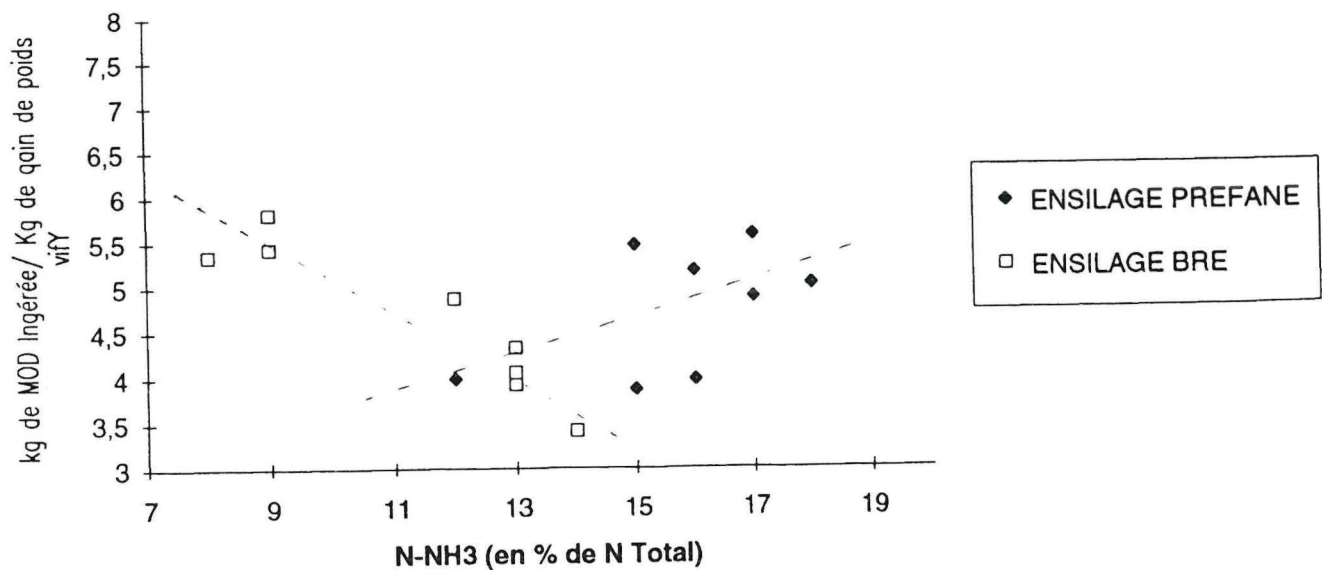
Evolutions des quantités ingérées de fourrages (kg de MS /100 kg de PV) pour les lot RES



Graphique 3.2. Influence de la teneur en matière sèche de l'ensilage (%) sur les quantités ingérées (en kg de MS/ 100kg depoids vif) par des génisses laitières d'un an



Graphique 3.3. Liaisons entre l'efficacité d'utilisation de la matière organique et la teneur en N-NH3 (% N Total) des ensilages préfanés et en balles rondes enrubannées



et 649 g/j). La croissance des génisses du lot recevant les balles rondes est restée inférieure à celle recevant l'ensilage préfané coupe fine bien que les quantités ingérées auraient pu faire penser le contraire.

Cette plus faible efficacité alimentaire de la ration à base d'ensilage en balles rondes enrubannées (12,39 kg de MS par kg de croît) s'expliquerait d'une part par la médiocre valeur nutritive du fourrage à la récolte; d'autre part, par sa meilleure conservation qui a accru son ingestibilité par rapport aux deux autres ensilages.

L'efficacité alimentaire de la ration à base d'ensilage préfané coupe fine a été bonne (10,32 kg de MS par kg de croît) et conforme aux résultats obtenus en Métropole.

Les génisses recevant l'ensilage ressuyé coupe fine ont réalisé un gain de poids plus faible (414 g/j) en relation avec les niveaux d'ingestion et la mauvaise qualité de l'ensilage. Dans ces conditions, l'efficacité alimentaire a été médiocre (15,81 kg de MS par kg de croît).

Le graphique 3.3 présente les liaisons entre l'efficacité de l'utilisation de la matière organique digestible des fourrages (exprimée en kg de MOD par kg de croît) et la teneur en NNH3 (en % de l'azote total) pour les ensilages en balles rondes enrubannées et préfané coupe fine. D'après ANDRIEU J.P. et al (1990), l'efficacité de l'utilisation de la MOD est d'autant meilleure (correspondant à de plus faibles valeurs) que la proportion de NNH3 dans l'ensilage est faible.

En effet, la teneur en NNH3 serait l'un des meilleurs critères de la valeur azotée réelle des ensilages. Les quelques valeurs dont nous disposons confirment cette tendance pour l'ensilage préfané coupe fine, alors que l'efficacité de l'utilisation de la MOD des balles rondes enrubannées semble s'améliorer avec les plus fortes teneurs en NNH3. Il est probable que la MOD des concentrés soit à l'origine de ce phénomène.

3.4. Bilan du rationnement:

Pour les trois lots de génisses, les apports de la ration totale par animal et par jour ont été à première vue largement excédentaires par rapport aux besoins théoriques des animaux calculés à partir des performances mesurées (tableau 3.7).

L'adéquation entre les apports et les besoins a été réalisée de façon plus satisfaisante pour les génisses ayant reçu l'ensilage préfané coupe fine (107 % pour les UFL ; 153 % pour les PDIN; 122 % pour les PDIE). par rapport à celles ayant reçues de l'ensilage ressuyé coupe fine (112 % pour les UFL; 169 % pour les PDIN; 120 % pour les PDIE) et surtout par rapport à celles ayant reçues de l'ensilage en balles rondes enrubannées (120 % pour les UFL; 168 % pour les PDIN; 137 % pour les PDIE).

La valeur du fourrage estimée à partir des performances animales sont plus faibles que celles prédites à partir des analyses du fourrages à la récolte. Elles sont inférieures de 27 %, de 19% et de 13 % par rapport aux valeurs énergétiques prédites respectivement pour l'ensilage en balles rondes enrubannées, pour l'ensilage ressuyé coupe fine et pour l'ensilage préfané coupe fine.

Tableau 3.7. Bilan alimentaire des génisses.

	Balles Rondes Enrubannées	Ensilage préfané Coupe fine	Ensilage ressuyé Coupe fine
UFL			
Apports totaux par la ration	5,72	5,32	5,21
Apports des concentrés	2,07	2,07	2,07
Recommandations	4,75	4,9	4,64
Apports en % des recommandations	120	108	112
PDIN			
Apports totaux par la ration	721	674	697
Apports des concentrés	251	251	251
Recommandations	430	440	413
Apports en % des recommandations	168	153	169
PDIE			
Apports totaux par la ration	588	538	495
Apports des concentrés	222	222	222
Recommandations	430	440	413
Apports en % des recommandations	137	122	120
<i>Valeurs du fourrage d'après les performances:</i>			
UFL /kg de MS	0,46	0,6	0,56
PDIN (en g/kg MS)	31	40	35
PDIE (en g/kg MS)	36	46	42

Les différences sont encore plus grande pour les valeurs PDIN et PDIE prédites pour ces mêmes ensilages (62 % et 43 %; 56 % et 31 %; 64 % et 30 %).

A partir des résultats déjà obtenus ailleurs et exposés dans la bibliographie, nous pouvons tenter d'expliquer la médiocre utilisation des fourrages au niveau de l'animal et du fourrage.

Au niveau de l'animal, nous supposons que ces génisses aient les mêmes capacités de transformation que leurs homologues métropolitaines. En effet, elles sont de souches locales, mais leurs origines génétiques sont importées .

Du point de vue de la santé animale, des coproscopies réalisées en cours d'essai ont permis de vérifier que ces animaux n'étaient pas parasités au niveau de leur tube digestif.

De plus, ces animaux ont été vacciné récemment contre la dermatose nodulaire contagieuse; ils n'ont pas présenté les signes cliniques de cette maladie.

Par contre, les génisses ont semble-t-il souffert des températures exceptionnellement basses au cours de cet hiver. Certains animaux ont eu des problèmes respiratoires, mais de courte durée et sans grande gravité.

De plus, ces génisses venaient de subir un changement de bâtiment d'élevage. Les faibles croissances enregistrées avant la période d'essai (400 à 450 g/j) ont peut être entraîné une légère croissance compensatrice (se traduisant par un meilleur état d'engraissement) en début d'essai. Toutefois, les résultats des mesures d'ingestion du premier mois n'ont pas été prises en compte .

Les performances des génisses du lot recevant l'ensilage préfané coupe fine montrent enfin que les animaux répondent plutôt bien à une ration à base d'un ensilage de valeur nutritive et de qualité de conservation moyenne. Ce lot nous servira de références pour essayer d'expliquer la relative mauvaise efficacité alimentaire des deux autres lots.

Les plus faibles performances animales obtenues par rapport à celles escomptées, doivent donc pouvoir s'expliquer par la plus faible valeur nutritive du fourrage (par rapport à celle estimée) ou/et par un mauvais équilibre de la ration utilisée.

Il ne nous est pas possible de vérifier les hypothèses qui ont été faites pour le calcul de la valeur nutritive des fourrages. L'estimation de la DMO à partir d'équations de prédictions basées sur la digestibilité enzymatique de la MO (pepsine-cellulase) nous a semblé être la meilleure approche.

De plus, le calcul des PDIE s'est basé sur les qualités de conservation des différents ensilages. Toutefois, il ne tient pas compte des valeurs très élevées des teneurs en ammoniac des ensilages. Or, ces teneurs caractérisent le mieux la valeur azotée réelle des ensilages d'herbe au niveau de l'animal.

Malgré ces approximations, les valeurs nutritives obtenues ont une certaine logique quand elles sont ramenées dans le contexte de cet essai (Récolte-Ingestion-Performances). C'est pourquoi dans la suite, nos interprétations seront basées sur la différence entre les valeurs prédites à partir de l'analyse des fourrages et les valeurs calculées à partir des performances animales.

Le bilan du rationnement montre que les deux principaux facteurs limitants ont été la valeur énergétique et la valeur PDIE de ces fourrages.

En considérant le lot ayant reçu l'ensilage coupe fine comme témoin, il s'avère que les deux autres lot n'ont pas pu utiliser correctement l'énergie contenu dans le fourrage. Ce léger déficit énergétique a surtout eu pour conséquence une faible valeur en PDIE des rations, qui a pu être confirmée par les valeurs calculées à partir des performances des animaux.

La distribution deux fois par jour a sans doute été plus favorable à une seule distribution dans la journée. En ce qui concerne la disponibilité de l'énergie dans le temps, il semblerait que les glucides de l'aliment concentrés aient une fermentescibilité peu rapide (amidons de maïs et de la farine basse de riz). La dégradation de la cellulose par la flore cellulolytique du rumen s'est donc faite dans de bonnes conditions du point de vue énergétique.

De plus, les aliments riches en PDIA sont intéressants dans ces conditions, puisque ils assurent une fourniture importante de protéines directement à l'animal.

Bien que les apports en PDI ne semblent pas limitants, le rapport (PDIN -PDIE)/UFL est beaucoup trop élevé, notamment pour l'ensilage ressuyé coupe fine (39) que pour l'ensilage en balles rondes enrubannées (23) et l'ensilage préfané coupe fine (25).

En prenant en compte la mauvaise conservation des matières azotées de ces trois ensilages (teneur en NNH_3 en % Nt), l'utilisation partielle de l'énergie apportée par les fourrages et en constatant que les valeurs des PDIE du fourrage (calculées à partir des performances des génisses) sont les plus limitantes, on peut envisager que la valeur azotée réelle de ces ensilages ait été bien plus faible que les valeurs prédites par l'analyse.

Ainsi, la plus faible valeur azotée réelle de ces ensilages est venue accentuée le déséquilibre initial de ces rations. Dans ces conditions, la croissance microbienne a été compromise par un léger déficit en énergie disponible au niveau du rumen malgré les apports de concentrés.

Le choix de la nature des concentrés a pourtant été judicieux du point de vue des quantités de PDIA apportées. Cependant, le maïs broyé est venu légèrement accentué le déficit en énergie fermentescible, puisqu'une partie de l'énergie apportée n'est digestible que dans l'intestin.

Par contre, l'apport en matières azotées en terme de PDIN ne s'est pas posé si l'on considère un bon recyclage de l'ammoniac par l'animal, malgré des pertes probablement élevées dans les urines (teneurs élevées des ensilages en ammoniac)

Ainsi, la dessiccation plus poussée (40-44 % MS) des fourrages dans le cas de l'ensilage préfané coupe fine a permis aux animaux d'améliorer leur bilan azoté.

La valeur azotée réelle faible de l'ensilage en balle ronde a été compensée dans une certaine mesure par de plus importantes quantités d'azote ingérées par les génisses.

4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS :

Les deux techniques d'ensilage testées dans cet essai d'ingestion, à savoir l'ensilage préfané coupe fine et l'ensilage préfané en balles rondes enrubannées ont assuré une bonne conservation des fourrages par rapport à des ensilages plus humides. Nous avons donc pu vérifier que les consommations par les animaux sont en relation avec la qualité de conservation des ensilages d'herbe, et donc avec la teneur en matière sèche du fourrage.

L'appétence du fourrage contenu dans les balles rondes enrubannées s'est traduite par des niveaux d'ingestion élevés (1,79 kg MS par 100 kg de poids vif par jour).

Par contre, la mauvaise conservation de l'ensilage ressuyé coupe fine n'a pas permis aux animaux de telles performances. La technique du ressuyage n'est pas remise en cause dans cet essai. En effet, ce sont principalement les conditions de récolte et de mise en silo qui ont joué sur la dégradation de cet ensilage.

Toutefois, la recherche d'une bonne qualité de conservation ne doit pas être une fin en soi. En période chaude et humide, les pratiques reposant sur un préfanage ou bien sur un mi-fanage présentent des risques importants de pertes d'éléments nutritifs des fourrages lors de leur séjour au sol. Il paraîtrait judicieux de ne pas pousser trop loin la dessiccation de ces fourrages (1 à 2 jours maximum) qui sont certes abondants, mais de valeurs alimentaires moyennes à faibles au bon stade de récolte.

Grâce à un niveau de complémentation assez fort (34 à 44% de la MS de la ration), les génisses ont pu réaliser des performances satisfaisantes, conformes à leur objectifs de croissance (630 g/j pour celles recevant l'ensilage en balles rondes enrubannées; 650 g/j pour celles recevant l'ensilage préfané coupe fine).

L'approche du rationnement a mis en évidence une dégradation importante des matières azotées du fourrage en cours de conservation, malgré les fortes teneurs en matière sèche.

Il semble donc que la valeur azotée réelle des ensilages d'herbe soit plus faible que les valeurs prédites à partir de la composition chimique du fourrage. Un bilan azoté au niveau de l'animal permettrait de préciser l'importance de ces phénomènes.

Dans cet essai, l'équilibre de la ration en PDI aurait été compromis par cette faible rétention azotée.

Ces résultats d'essai soulèvent le problème de la véritable valeur des fourrages verts à La Réunion. En saison des pluies, il est probable que les contre-performances animales au pâturage ne soient pas seulement dues à la faible densité énergétique des fourrages (forte teneur en eau et en cellulose brute). Les teneurs élevées en matières azotées ne prennent pas en compte la qualité des protéines de la plante et surtout le degré de rétention par l'animal de celles-ci.

Il conviendrait donc de vérifier les performances d'animaux au pâturage recevant une complémentation appropriée en matières azotées lentement dégradables.

Quatrième partie:UTILISATION D'ENSILAGE DE MAÏS PAR DES TAURILLONS A L'ENGRAISSEMENT

1. JUSTIFICATION DES ESSAIS D'INGESTION EN FERME

1.1. Thème de l'étude:

La valeur alimentaire, la qualité de conservation et l'utilisation d'un ensilage de maïs ont été étudiées sur des taurillons en phase de finition .Ces résultats ont été comparés à une ration à base de canne fourragère (*Pennisetum purpureum*) fortement complémentée en concentrés sur le même type d'animaux .

D'autre part, une ration à base de choux de canne (extrémités de canne à sucre - *Saccharum officinarum*) fortement complémentée en concentrés est venue compléter ces résultats d'ingestion.

Pour les deux niveaux d'apport en concentrés (faible/fort), une approche succincte de la qualité hygiénique de la ration a été faite.

En plus de l'aspect purement technique de cet essai, le volet économique de ces rations a été abordé d'une part en comparant les résultats financiers de l'atelier (obtenus pour différents niveaux de concentrés); d'autre part, en évaluant l'impact des stocks fourragers sur l'organisation générale du travail de cette exploitation.

1.2. Définition des problèmes de recherche:

Dans les Bas de l'île de La Réunion , les systèmes d'exploitation pratiquant l'élevage de taurillons à l'engraissement reposent traditionnellement sur l'exploitation de la canne fourragère .

Dans l'optique d'une production intensive à l'auge, la recherche d'un rendement fourrager maximum par unité de surface est un choix qui pénalise la valeur énergétique, la valeur azotée, mais surtout l'ingestibilité de la canne fourragère par les animaux.

La satisfaction des besoins nutritionnels des taurillons à l'engraissement passe en priorité par une augmentation de l'apport énergétique de la ration. La densité énergétique de la ration doit pratiquement doubler pour atteindre des niveaux satisfaisants de productions animales (800 à 1000 g/j).

Les concentrés sont disponibles localement à des prix relativement abordables .

En conséquence,les quantités de matière sèche ingérées sous forme de fourrage sont devenues très faibles. Elles représentent en moyenne 40 % de la matière sèche ingérée ce qui équivaut à environ 20 % des apports énergétiques de la ration. L'éleveur ne peut pas descendre en dessous de cette proportion .

Dans ces conditions, la canne fourragère constitue le lest indispensable sous forme de fibres de la ration des taurillons à l'embouche intensive.

Actuellement, les éleveurs incorporent de fortes proportions de concentrés à

condition que cette opération reste rentable. En effet, ils constatent qu'il devient "ruineux" de vouloir dépasser 1 000 grammes par jour pour des taurillons recevant des concentrés. Non seulement, leur marge brute s'effrite, mais les performances animales plafonnent.

La mélasse est un aliment produit localement en grandes quantités. Elle est disponible à des prix bien inférieurs à ceux des concentrés type céréales.

Il est reconnu que l'apport de mélasse pénalise la valorisation de la ration au-delà d'un certain seuil d'incorporation ; il en est de même avec d'autres catégories de concentrés qui en de fortes proportions et associés à un fourrage encombrant, perturbent le fonctionnement digestif normal des ruminants.

En période hivernale, la faiblesse de la production de la canne fourragère ne permet plus de supporter de trop forts chargements à l'hectare.

L'alimentation des animaux en fibres peut être complètement assurée par la distribution de choux de canne. Ainsi, ces résidus de culture disponibles au moment de la récolte de la canne à sucre offrent une certaine sécurité au système d'alimentation en terme de pérennité. Cependant, le maintien du niveau énergétique de la ration à un prix : celui représentant l'apport supplémentaire de concentrés en saison fraîche.

Les principales difficultés rencontrées sont donc les suivantes :

- les caractéristiques de production et la valeur nutritive de la canne fourragère ne sont pas compatibles toute l'année avec une production intensive de taurillons à l'auge.
- les coûts de la complémentation en concentrés représentent un gouffre financier pour l'éleveur qui travaille non plus pour lui, mais pour les fabricants d'aliments du bétail.
- l'hygiène de la ration est souvent compromise pour des rations comprenant plus de 60 % de matière sèche ingérée sous forme de concentrés.

Des solutions existent. Elles ont déjà été largement développées dans ce type d'élevage.

D'abord, les éleveurs ont commencé à mieux appréhender l'équilibre de la ration à partir de concentrés de natures différentes. L'apport modéré de mélasse est un impératif si l'on veut valoriser une part importante de fourrage grossier dans la ration.

La priorité est donnée aux concentrés (type brisures de riz), dont le coût énergétique est minimal.

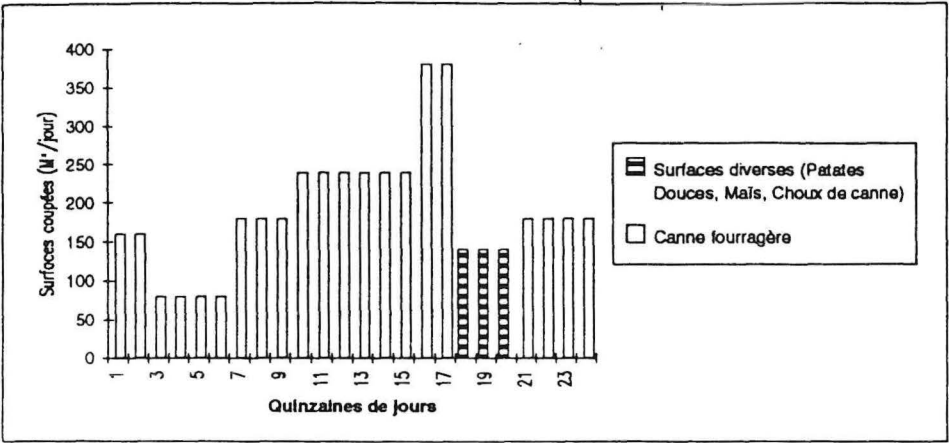
Les gains de productivité réalisés à La Réunion par les producteurs d'aliments du bétail ont permis aux éleveurs de bénéficier d'une baisse des prix de concentrés, mais aussi d'une gamme de produits plus large.

Malgré cela, la production d'aliments énergétiques sur l'exploitation est une préoccupation qui reste d'actualité. Pour l'éleveur, l'utilisation de la Patate douce (*Ipomeas batatas*) est une voie d'amélioration des régimes à base de canne fourragère et de concentrés.

Disposant d'une valeur énergétique élevée et d'une bonne ingestibilité, la Patate douce ne se substitue presque pas aux concentrés en milieu traditionnel. Son apport quotidien se limite à des quantités de l'ordre de 1 à 2 kg de MS.

Il semblerait que les contraintes culturelles, notamment la durée du cycle de culture et la récolte manuelle, soient des freins à son développement.

Graphique 41 . Evolution schématique des surfaces coupées (M²/jour) en fonction des disponibilités saisonnières de canne fourragère.
de cultures fourragères



Alors que le maïs fourrager récolté en vert s'est largement intégré à des rations hivernales, il est reconnu que cette plante n'exprime sa valeur optimale qu'au stade laiteux pâteux. En définitive, le maïs fourrage ne peut pas jouer un rôle clé dans l'alimentation hivernale dans les conditions actuelles d'exploitation en vert.

1.3. Présentation de l'exploitation de Monsieur K'BIDY:

L'atelier d'engraissement de Monsieur K'BIDY est situé dans Les Hauts de St-Joseph à 200 mètres d'altitude.

Dans cette zone cannière, le parcellaire est morcelé. Les terrains sont plus ou moins pentus, et les sols de type ferralitiques ont une bonne fertilité.

L'atelier d'engraissement de taurillons est intégré dans un ensemble d'activités agricoles dont la principale culture reste la canne à sucre.

La surface fourragère couvre environ le quart de la surface agricole utilisée. Elle comprend trois hectares de canne fourragère (*Penisetum purpureum*, cultivar local).

L'alimentation complémentaire est issue de la culture de petites parcelles (d'un quart d'hectare). En cycle cultural long (un an) des Patates Douces (*Ipoméa batatas*) sont plantées de façon à bénéficier de leur production en saison hivernale. Dans la même optique, le maïs fourrager est exploité deux fois par an.

La période de pénurie fourragère, qui correspond à la période de récolte de la canne à sucre, coïncide avec une grande disponibilité des choux de canne (extrémités de la canne à sucre).

Les parcelles de fourrages sont assez bien regroupées autour des bâtiments d'élevage. Le bâtiment central peut accueillir 24 taurillons par lot de 6 taurillons. Le renouvellement trimestriel des lots permet une pleine occupation des locaux d'élevage. Le sol de l'étable est bétonné, non paillé en légère pente.

La canne fourragère est coupée tardivement : après 60 jours de repousses en moyenne en été et 90 jours en saison hivernale.

Ce rythme équivaut à quatre coupes (chacune d'environ 7 tonnes de MS par hectare en été) et à une coupe (d'environ 5 tonnes de MS par hectare) en saison hivernale (Juin-Juillet).

Dans ces conditions d'exploitation et après une fertilisation à base de lisier, le potentiel de production de la canne fourragère peut être évalué à plus de 30 tonnes de MS par hectare. Toutefois, cette offre fourragère globale est mal répartie tout au long de l'année.

Très grossièrement, les besoins totaux des animaux présents sur l'exploitation (12 taurillons âgés d'un à deux ans, 12 taurillons âgés de deux à trois ans, 6 vaches allaitantes et 30 chèvres et leurs suites) peuvent être évalués à 120 kg de MS par jour de fourrages grossiers. Seuls les taurillons reçoivent un fort apport de concentrés.

En supposant les besoins constants des animaux et la valeur alimentaire du fourrage peu différente d'une saison à l'autre, le planning saisonnier des surfaces coupées en fourrage vert par l'éleveur pourrait schématiquement se présenter ainsi (figure 4.1).

L'augmentation des surfaces coupées en saison hivernale exprime la diminution de la

vitesse de croissance du fourrage, et par la même de la biomasse disponible par m².

En fonction des années, l'épuisement du stock fourrager est plus ou moins précoce (Août - Septembre).

A cette période de l'année correspond alors un régime très varié en nature (patate douce, maïs fourrager) à base de fourrages grossiers (choux ou paille de canne).

Le choix d'une exploitation tardive du fourrage s'explique principalement par la recherche d'un rendement à l'hectare élevé d'une part, et d'une teneur en MS optimale pour favoriser l'ingestion par l'animal d'autre part. Le compromis prend aussi en compte la pénibilité du travail de récolte du fourrage vert au sabre en favorisant la proportion de tige dans la plante entière.

A ce stade avancé, la valeur nutritive de la plante est médiocre, mais assez régulière quelque soit la période de l'année.

Même si le fourrage est broyé avant sa distribution, sa faible densité énergétique ne permet pas de réaliser des croissances de plus de 400 g/j si les animaux étaient nourris uniquement avec ce type de fourrage. En réalité, tout se passe comme si le fourrage grossier type canne fourragère comblait seulement une partie des besoins d'entretien des animaux.

Le choix des taurillons en début d'engraissement est un moment décisif pour l'exploitant. Il doit choisir parmi des animaux d'origines génétiques très diversifiées provenant des élevages allaitants des Hauts de l'île. En fonction des disponibilités du moment, la constitution des lots est basée sur la conformation et le poids des animaux. Plus les animaux sont jeunes plus ils sont prisés par les éleveurs. Toutefois, l'homogénéité de chaque lot va conditionner les niveaux de performances ultérieurs des animaux.

Contrairement aux autres productions végétales comme la canne à sucre ou les cultures maraîchères, le travail d'astreinte consacré à l'élevage bovin est bien réparti tout au long de l'année. Cependant, les tâches quotidiennes consacrées à l'élevage sont d'autant plus contraignantes qu'elles sont obligatoires et non différables, surtout au cours des travaux saisonniers grands consommateurs de main-d'œuvre. La distribution en vert du fourrage à l'auge est une opération lourde car elle comprend la coupe d'environ 200 m² de fourrage au sabre, le broyage grossier, le transport et la distribution dans les auges.

Le début de la récolte de la canne à sucre (au mois d'août) coïncide avec la période de faible pousse des fourrages. Dans ce contexte, la facilité de distribution des concentrés à partir du silo est un facteur non négligeable de leur utilisation justifiant en partie leurs fortes incorporations dans les rations.

En comptant deux personnes travaillant à temps complet sur cette exploitation, le planning des travaux montre que l'exploitant est dans l'obligation d'employer des travailleurs saisonniers en période de pointe (septembre - octobre).

D'un point de vue sanitaire, les incidents sont rares dans cette étable. Les vermifugations sont régulières. Par contre, les taurillons lourds en fin d'engraissement souffrent régulièrement de boiteries ce qui les pénalise en période de finition.

Le contrôle de performances est réalisé tous les deux mois par la Chambre d'Agriculture.

Tableau 4.1. Conditions expérimentales

	Ensilage de Maïs	Canne fourragère	Choux de canne
ANIMAUX			
Effectifs	6	6	9
Catégorie d'animaux	Taurillons	Taurillons	Taurillons
Dominante raciale	Limousin	Limousin	Limousin
Age départ (jours)	558	567	578
Poids vif moyen départ (kg)	500	518	548
RATION			
Nature du fourrage	Ensilage de Maïs	Canne fourragère Broyage grossier	Choux de canne Broyage grossier
Nature et quantités de concentrés: (en kg de matière brute)			
- Maïs broyé	1,5	2,25	2,25
- Tourteau de soja	0,5	0,75	0,75
- Brisures de riz	-	2	2
- Mélasse	1	3	4
- Tubercules de patates douces	-	3	3
- Urée	0,02	0,06	0,08
- Complément minéral	0,08	0,08	0,08
ESSAI			
Nature du régime précédent	Canne fourragère	Canne fourragère	Ens.Maïs+Canne
Période d'adaptation (jours)	10	-	7
Période de mesures (semaines)	8	8	8
Nombre de mesures/semaine:	2	2	1

2. CONDITIONS EXPERIMENTALES EN FERME

Pendant deux mois, un lot de 6 taurillons a été alimenté avec une ration à base d'ensilage de maïs. Un deuxième lot de 6 Taurillons recevant un ration à base de concentré et de canne fourragère a servi de lot témoin. Puis, ces deux lots ont reçu une même ration à base de choux de canne et de concentrés deux mois avant l'abattage. Les principales caractéristiques de la ration sont présentées dans le tableau 4.1.

Au cours de la pesée du début d'essai, les deux lots de six taurillons se caractérisent par des âges moyens de 558 jours (plus ou moins 59 jours) et 568 jours (plus ou moins 33 jours) pour un poids vif moyen de 499 kg (plus ou moins 28 kg) et 518 kg (plus ou moins 53 kg), respectivement pour le lot ensilage de maïs et pour le lot choux de canne.

Ramené au poids âge type le plus proche soit 18 mois, les croissances moyennes cumulées des animaux ne sont pas significativement différentes.

De plus, les croissances journalières réalisées entre les deux dernières pesées (avant la période d'essai) sont respectivement de 935 grammes par jour et de 842 grammes par jour pour le lot ensilage de Maïs et le lot nourris avec la ration traditionnelle à base de canne fourragère et de concentrés.

Entre les deux lots, il n'est pas apparu de différences suffisamment grandes pour biaiser les résultats du seul point de vue des potentialités de croissance.

Toutefois, il convient de remarquer que la légère différence d'âge et de poids nous obligera à analyser les données d'ingestion en terme de kg de MS ingérée par jour par 100 kg de poids vif. Enfin, l'hétérogénéité entre animaux (race, âge, poids) est plus importante pour le lot canne fourragère.

L'ensilage de maïs a été réalisé dans des conditions satisfaisantes de cultures et de récolte à partir de deux parcelles totalisant une surface de 4 360 m².

La variété de maïs utilisé est la variété IRAT 171, peu précoce, qui a été créée à La Réunion en vue de la résistance aux viroses (dont *Helminthosporium turcicum*).

L'itinéraire technique de la plantation repose sur une forte utilisation de la main-d'oeuvre. La taille et le relief des parcelles sont à l'origine de cette faible mécanisation. Toutefois, ces obstacles à la mécanisation se sont limités au cadre de cet essai. L'exploitant aurait la possibilité de pratiquer la culture du maïs sur de plus grandes parcelles s'il le désirait.

Le semis a été réalisé au poquet en pleine saison des pluies. Il devait permettre d'atteindre des densités de 50 000 à 60 000 pieds par hectare. En début de végétation, le maïs a souffert d'un manque d'eau, mais cette légère sécheresse en début de cycle aura sans doute contribuer à rehausser la teneur en matière sèche avant la récolte.

La récolte a eu lieu 6 semaines après la floraison, alors que le stade était en fin de pateux. Le maïs plante entière a été coupé au sabre, transporté et broyé par une ensileuse à poste fixe, puis tassé au tracteur dans un silo taupe à proximité des bâtiments d'élevage.

Bien qu'il ait été refermé rapidement, la mauvaise fermeture du silo s'est traduite par des pertes par moisissures des couches supérieures (8 cm environ) , rendant celles-ci impropres à la consommation.

La finesse de hâchage a été satisfaisante (environ 15 mm) bien que la dernière partie du silo contienne une plus forte proportion de spathes non broyées.

La première phase de l'essai d'ingestion a débuté après la première pesée des animaux (le 27 mai 1992). Du point de vue du fourrage, les animaux ont reçu de l'ensilage de maïs et de la canne fourragère à volonté, alors que la quantité de concentrés est restée fixe durant les 9 semaines de l'essai.

Les quantités insuffisantes d'ensilage de maïs récolté ne nous a pas permis de poursuivre au-delà.

La deuxième phase devait d'abord nous permettre de comparer les niveaux d'ingestion des taurillons du lot ensilage de maïs et le lot canne fourragère avec la même ration. Celle-ci était composée de choux de canne et de concentrés. D'autre part, la dernière pesée (le 29 septembre 1992) nous a permis d'appréhender les performances permises à partir d'une ration à base de choux de canne par des taurillons en finition recevant une forte complémentation en concentrés.

Les fourrages grossiers distribués en vert sont coupés la veille au sabre et hachés grossièrement avant la distribution. Les concentrés sont étalés sur les fourrages à l'auge.

Les animaux ont reçu trois repas à heures fixes (7h, 12h et 17h) pour les fourrages en fonction de leur consommation, et deux repas de concentrés (7h et 17h).

Au cours de cette première phase, les mêmes mesures des quantités offertes et refusées sont réalisées deux fois par semaine, contre une fois par semaine pendant la deuxième phase. Un échantillon de fourrage et d'ensilage est prélevé au même rythme afin d'en déterminer la teneur en matière sèche.

Les valeurs nutritives des fourrages et des concentrés ont été déterminées à partir des analyses bromatologiques (faits par le laboratoire de l'E.M.V.T.-Maisons-Alfort) .Des équations de prévision de la valeur nutritive utilisant la dégradabilité de la ration organique à la pepsine cellulase ont permis d'estimer la digestibilité de ces fourrages .

La qualité de l'ensilage de maïs a été appréciée d'après les résultats des analyses classiques de conservation (toutes réalisées au laboratoire du C.I.R.A.D./S.A.R. de St-Denis) sur des échantillons d'ensilage prélevés sur le front d'attaque. Seule la détermination de la teneur en acide lactique n'a pas pu être déterminée. Cette dernière a toutefois été estimée afin de pouvoir déterminer le taux de correction de la matière sèche de l'ensilage .

Aucun incident particulier n'est à signaler grâce au travail consciencieux de l'éleveur. Toutefois, 3 taurillons ont été écartés au cours de la deuxième phase pour diverses raisons (corne arrachée, boiteries).

3. RESULTATS DES ESSAIS D'INGESTION D'ENSILAGE DE MAIS:

Tableau 4.2. Caractéristiques des fourrages.

	Ensilage de Maïs		Canne fourragère	Choux de canne
	A la récolte	Après conservation		
<i>Composition chimique:</i>				
Teneur en MS (%)	42	37,97	21,42	27,13
MAT en % MS	7,96	7,53	8,98	4,84
MM en % MS	4,64	5,37	9,58	6,92
CB de Weende en % MS	20,46	25,88	39,04	35,77
ADF en % MS	-	29,8	45,22	42,13
ADL en % MS	-	4,03	6,89	7,04
CB en % MS	-	25,77	38,33	35,09
Solubilité de la MO (% MO)	-	55,27	38,75	39,41
N soluble par pronase (% MAT)	26,32	64,13	38,24	39,09
<i>Valeur nutritive estimée :</i>				
Digestibilité de la MO (% MO)	70		56,14	54,14
UFV/kg MS	0,8		0,51	0,49
PDIN en g/kg MS	49		57	31
PDIE en g/kg MS	69		66	57
Ca en g/kg MS	0,13		0,31	1,8
P en g/kg MS	1,12		0,22	0,08

3.1. Composition chimique et valeur alimentaire des fourrages:

3.1.1. Le maïs plante entière:

Les compositions chimiques du maïs à la récolte et après conservation sont présentées dans le tableau 4.2 .

La teneur en matière sèche du maïs est de 37,97 %. Cette valeur assez forte est la conséquence, d'une part du stade de récolte quelque peu tardif pour cette variété (plus de 5 semaines après la floraison), et d'autre part de l'impact de la sécheresse en début de végétation.

Dans ces conditions, la teneur en cellulose brute (20,46%de MS) est légèrement plus forte que la normale, alors que la teneur en matière azotée totale (7,96 %de MS) est très faible .

Au vue des teneurs en matière organique et en matière minérale, il est probable que ce maïs ait eu une forte proportion d'épis par rapport à la plante entière. Les teneurs en minéraux (Ca, Mg et K) sont relativement basses

A partir des résultats d'analyse à la récolte, la valeur nutritive a été calculée en utilisant les équations de l'INRA.

En comparaison des analyses déjà réalisées (BRUNSHWIG P.) sur du maïs en vert, la valeur énergétique (0,8 UFV par kg de MS) et les valeurs azotées (49 g de PDIN et 69 g de PDIE par kg de MS) sont très bonnes pour ces conditions de milieu (climat, sol).

Pour des valeurs en PDINaussi faibles, l'addition d'urée à la mise au silo aurait sans doute permis d'améliorer l'équilibre globale en matières azotées de ce maïs ensilage.

Les critères de conservation de cet ensilage de maïs sont présentés dans le tableau 4.5 .La teneur en acide acétique et butyrique (21,3 et 1,3 g/kg de MS) sont à rapprocher de la teneur assez élevée en ammoniac (8,7 % de N total) .

L'apport de terre étant la principale cause d'une incorporation de spores butyriques, il est probable que cette contamination provienne du tracteur tasseur, puisque le broyage s'est fait à la main avec une ensileuse à poste fixe.

A l'ouverture du silo, une importante couche de moisie a été systématiquement enlevée sur le dessus et les bords du tas. Ces pertes peuvent être estimées à plus de 10% de la quantité de maïs récolté. D'autre part, l'échauffement du produit ensilé était plus important dans la dernière partie du tas d'ensilage. Ces deux phénomènes sont les conséquences de la mauvaise fermeture du tas à la récolte et d'une finesse de broyage très irrégulière.

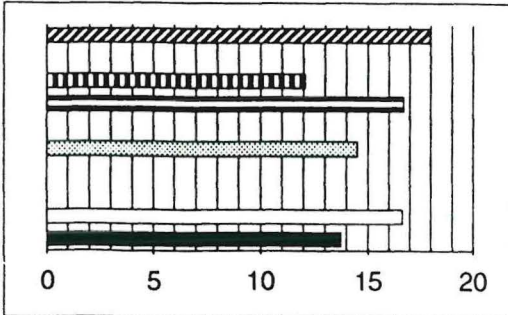
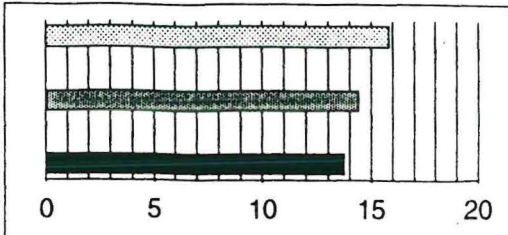
Les caractéristiques de l'ensilage de maïs à la récolte et après conservation sont sensiblement différents. Ainsi, les teneurs en matières sèches passent de 42 à 39 %; les teneurs en cellulose brute sont supérieures après conservation. Il s'agit sans doute d'un

Tableau 4.4. Caractéristiques des aliments concentrés

	Maïs broyé et Tourteau de soja (75/25)	Brisures de riz	Mélasse*	Patates Douces*
<i>Composition chimique:</i>				
Teneur en MS (%)	87,17	87,17	-	-
MAT en % MS	19,92	8,51	-	-
MM en % MS	3,13	1	-	-
MGE en % MS	-	1,69	-	-
ADF en % MS	5,77	1,55	-	-
ADL en % MS	-	-	-	-
CB en % MS	-	-	-	-
<i>Valeur nutritive estimée:</i>				
UFL/kg MS	1,11	1,24	0,8	0,94
PDIN en g/kg MS	157	58	18	17
PDIE en g/kg MS	171	103	40	71
Ca en g/kg MS	1,5	0,1	9	1,2
P en g/kg MS	4,5	2,1	0,8	1,1

* valeurs nutritives extraites de la bibliographie

Tableau 4.5. Appréciation de la qualité de conservation de l'ensilage de maïs

	VALEURS	APRECIATIONS		
		Mauvais	Moyen	Très Bon
<i>Caractéristiques fermentaires de l' ensilage de maïs:</i>				
pH	3,97			
N-NH3 (% N total)	8,7			
N Soluble (% N total)	46,7			
Ac. Acétique (g/kg MS)	21,3			
Ac. Propionique (g/kg MS)	2			
Ac. Butyrique (g/kg MS)	1,3			
Ac. Gras Volatils (mmoles/kg MS)	413,7			
Alcools (g/kg MS)	2,2			
NOTES SYNTHETIQUES (1):				
- de conservation	15,85			
- d'ingestion	14,42			
- de valeur azotée	13,74			

(1) Selon un barème établi par J.M. PAILLAT

mauvais échantillonnage à la récolte, puisque les taux de matière sèche ont varié au cours de l'essai en raison des différences de maturité du maïs planté sur les deux parcelles.

3.1.2. La Canne fourragère:

De la même façon que le maïs, la composition chimique de la canne fourragère est en étroite relation avec son stade de récolte (plus de 90 jours de repousse au stade pleine épiaison).

Bien que les teneurs en constituants organiques varient légèrement d'un champ à l'autre, la canne fourragère est un matériau dont la composition chimique reste stable quand elle est récoltée à un stade tardif en période hivernale.

Les teneurs en fibres (ADF et cellulose brute) sont fortes (45,22 % de MS), alors que la teneur en lignine est forte, mais proportionnellement moins importante (6,89 % de MS) pour ce stade de récolte. Les teneurs en matières azotées sont presque aussi faibles que celles du maïs (8,98 % de MS).

Les principales conséquences de ces résultats sont une moindre digestibilité de la matière organique, une valeur énergétique médiocre (bien qu'elle soit meilleure que celle observée dans d'autres essais - BRUNSCHWIG, 1990) et enfin des valeurs azotées (PDI) insuffisantes (57 g de PDIN par kg de MS et 66 g de PDIE par kg de MS).

Un tel matériau va donc non seulement se caractériser par une faible valeur nutritive, mais aussi par une forte valeur d'encombrement. La densité énergétique sera de l'ordre de 0,4 à 0,45 UFV par UEB.

3.1.3. Le choux de canne:

La composition chimique du choux de canne est proche de celle de la canne fourragère pour les teneurs en lignocellulose (42,13 % de MS), alors que les teneurs en matières azotées sont encore plus basses (4,84 % de MS).

En conséquence, la digestibilité de la matière organique est faible (54,14 %) et la valeur alimentaire médiocre.

3.1.4. Les aliments concentrés:

le mélange maïs broyé et tourteau de soja présentent des valeurs nutritive moyennes (tableau 4.4).

Les échantillons de mélasse et de patates douces n'ont pas été analysés. Aussi, les valeurs nutritives de ces deux compléments ont été extraite de la bibliographie (GILIBERT J., 1984; BRUNSCHWIG P., 1991).

3.2. Quantités ingérées et performances des taurillons:

3.2.1. Comparaison entre le lot ensilage de maïs et le lot canne fourragère:

Tableau 4.5. Quantités ingérées et performances des taurillons

	Ensilage de Maïs	Canne fourragère	Choux de canne
Quantités ingérées de fourrage:			
- par animal (kg MS/j)	7,23	3,75	4,48
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	1,31	0,66	0,72
Quantités ingérées de concentrés:			
- par animal (kg MS/j)	2,6	6,8	7,78
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	0,47	1,2	1,26
Quantités ingérées de tubercules:			
- par animal (kg MS/j)	-	0,95	0,95
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	-	0,17	0,17
Quantités totales ingérées:			
- par animal (kg MS/j)	9,83	11,5	13,21
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	1,79	2,03	2,13
Niveau d'ingestion sans mélasse:			
- par animal (kg MS/j)	9,08	9,25	10,21
- par 100 kg de poids vif (kg MS/j)	1,65	1,63	1,65
Poids vifs moyen (kg)	549,3	565,5	618,9
Gain de poids vif (g/j)	1235	1071	974
Efficacité alimentaire (en kg MS/ kg de croît)	7,96	10,73	13,56

La nature et la diversité des composants de chacune de ces deux rations rendent délicate la comparaison. En effet, le nombre d'animaux par lot est restreint (six) et le nombre de mesures est insuffisant pour pouvoir conclure de façon significative à des différences entre ces deux régimes.

Cependant, les mesures d'ingestion enregistrées sont apparues suffisamment justes pour pouvoir apporter des références en matière d'ingestion d'un ensilage de maïs .

Les niveaux d'ingestion exprimés en kg de matière sèche sans mélasse par 100 kg de poids vifs sont semblables pour les deux lots (1,65 pour le lot ensilage de maïs et 1,63 pour le lot canne fourragère). Ce constat , vérifié au niveau de la ration de choux de canne, montre donc que ces deux lots ont des capacités d'ingestion similaire malgré les différences de poids vif et d'âge.

Cela souligne d'une part, le faible encombrement et la très bonne appétence de l'ensilage de maïs ; d'autre part, le fort encombrement de la canne fourragère récoltée tardivement .

Le tableau 4.5 présente les résultats d'ingestion avec mélasse et sans mélasse. En effet, la mélasse, sous forme de liquide et avec 50 % de sucres fermentescible a une valeur d'encombrement proche de zéro.

Par contre, les quantités de mélasse seront prises en compte dans le rationnement.

Pour le maïs ensilage distribué au cours de l'essai, les taurillons ont eu des niveaux d'ingestion comparables à ceux obtenus sur le même type d'animaux en métropole.

En terme d'efficacité alimentaire, la ration a été bien mieux utilisée par les animaux consommant de l'ensilage de maïs (7,96 kg de matière sèche par kg de croît) par rapport au lot recevant de la canne fourragère (10,73 de matière sèche par kg de croît).

Dans des conditions d'alimentation comparables (quantités ingérées et densité énergétique) les animaux du lot ensilage de maïs ont réalisé une croissance journalière supérieure (+164 g/jour par taurillon) par rapport à ceux du lot canne fourragère.

Ces performances sont à confirmer par d'autres essais d'ingestion en recherchant une plus grande précision au niveau du contrôle des performances (double pesées)

Enfin, la qualité de conservation de l'ensilage de maïs n'a pas influé sur les quantités ingérées.

3.2.2. L'ingestion de la ration à base de choux de canne:

L'ingestion moyenne des deux lots recevant la ration de choux de canne est présentée dans le tableau 4.5.

Bien que les quantités ingérées par jour par animal apparaissent plus élevées pour le choux de canne (4,48 kg de MS) par rapport à la canne fourragère (3,75 kg de MS), la différence est moins importante quand les niveaux d'ingestion sont ramenés à 100 kg de poids vifs (soit 0,72 et 0,66 kg de MS).

Dans ces conditions, il semble que la valeur nutritive et la valeur d'encombrement des choux de canne soient au moins égales à celles de la canne fourragère récoltée tardivement.

Tableau 4.6. Bilan alimentaire des taurillons.

	Ensilage de Maïs	Canne fourragère	Choux de canne
UFV			
Apports totaux par la ration	8,1	9,64	10,16
Apports des concentrés	2,54	7,69	8,28
Recommandations	8,32	8,01	8,39
Apports en % des recommandations	97	120	121
PDIN			
Apports totaux par la ration	678	844	847
Apports des concentrés	316	656	699
Recommandations	762	739	780
Apports en % des recommandations	89	114	109
PDIE			
Apports totaux par la ration	812	1035	1047
Apports des concentrés	328	783	814
Recommandations	762	739	780
Apports en % des recommandations	106	140	134
(PDIN-PDIE)/UFV	-17	-17	-22
DER (en UFV/kg MS)	0,83	0,84	0,77
<i>Valeurs du fourrage d'après les performances:</i>			
UFV/kg de MS	0,8	0,07	0,02
PDIN (en g/kg MS)	62	22	18
PDIE (en g/kg MS)	60	12	8

Les performances animales sont en effet très proches : 975 g/jour pour les taurillons recevant des choux de canne ; et 1071 g/jour pour ceux recevant la canne fourragère. Toutefois, on remarque que l'efficacité alimentaire se dégrade quand la proportion de concentré augmente. Dans le cas de cet essai, elle double quand les proportions de concentrés passent de 26 % à 59 %. Cette dégradation de la valorisation de la ration est à rapprocher de la mauvaise utilisation des fourrages incorporés à des rations fortement complémentées, comme nous le verrons par la suite.

Ces résultats nécessiteraient d'être vérifiés avec des animaux d'âge et de poids comparables.

3.3. Bilan du rationnement :

Le bilan du rationnement est présenté dans le tableau 4.6.. Il fait apparaître à première vue de grandes différences entre le niveau des apports de la ration et les recommandations théoriques (INRA, 1988), sauf pour le lot recevant l'ensilage de maïs.

L'objectif initial du rationnement était d'atteindre une croissance de 1200 g/jour. Celui-ci n'a été atteint que par les animaux du lot maïs. Par contre, la valorisation des rations comportant de fortes proportions de concentrés n'a pas permis aux animaux de réaliser les performances recherchées.

Les principaux indicateurs du déséquilibre de la ration sont:

- les valeurs faibles au niveau du bilan (apports/ recommandations) des PDIN (89 % pour le lot ensilage de maïs, 114 % pour le lot canne fourragère et 109 % pour le lot choux de canne);
- les fortes valeurs des rapports (PDIN-PDIE/ UFL) , respectivement -17, -17, -22 alors que ce rapport ne devrait pas dépasser 13 g / UF en fin d'engraissement.
- l'excès d'énergie non valorisée pour les lots canne fourragère et choux de canne (respectivement +20 % et + 21 %).

Avec ce type d'animaux, l'azote non-protéique (sous forme d'urée) aurait dû apporter la majeure partie des matières azotées . Pour l'ensilage de maïs, l'urée aurait même pu constituer l'unique source de la complémentation azotée . L'économie de concentrés type tourteau de soja aurait été intéressante.

Pour les deux rations fortement complémentées, il semblerait à première vue que la mélasse ait dégradé la digestibilité de la ration. Dans notre cas, ce n'est pas la principale cause de la perte d'efficacité de la ration pour les raisons suivantes:

- d'une part, la proportion de mélasse ne représente que 19 % et 22 % des quantités ingérées de matière sèche de la ration totale;
- d'autre part, le déficit en PDIN est certainement à l'origine d'une légère sous-utilisation de l'énergie apportée par la ration.

Par contre, les concentrés sont à l'origine de phénomènes de substitution importants vis à vis du fourrage , accentuant la faible dégradation des parois.

Tableau 4.7. Estimation du coût de revient du kilo de matière sèche de l'ensilage de maïs

	Nombre d'heures /Quantités		Coûts unitaires (en francs)	Coûts totaux (en francs)	Coûts totaux par hectare (francs)
	Machine	Main d'oeuvre			
Amortissement de la préparation de sol initial	10		250	250	573 (3,1%)
Matériels:				2059	4722 (26%)
Préparation du sol	1 h 30		137	205	
Tracteur et ensileuse	5 h 30		200	1100	
Tracteur au silo	5 h30		137	754	
Main d'oeuvre:				2609	5984 (32%)
1er épandage désherbant		5 h	28	145	
Epandage d'engrais		8 h	28	224	
Semis		35 h	28	980	
2ème épandage désherbant		8 h	28	224	
Soins au silo		2 h	28	56	
Récolte coupe		35 h	28	980	
Produits divers:				3103	7117 (39%)
Desherbant	2,5 l		159	398	
Engrais (15-12-24)	500 kg		2,2	1100	
Semences	12 kg		30	360	
Bâches	1		1245	1245	
COUT TOTAL				8021	18396 (100%)
Besoins en trésorerie (un des deux tracteurs appartient à l'exploitant)					
Utilisation du matériel				1450	10443
Produits divers				3103	
TOTAL				4553	

La valeur nutritive de l'ensilage de maïs calculé à partir des performances animales correspondent aux valeurs prédites à partir des analyses.

Par contre, la valeur nutritive des fourrages grossiers est faible à nulle. Cela vient bien confirmer les fortes interactions digestives de l'ensemble des matières premières apportées par les concentrés sur la digestion de la cellulose.

Malgré ce rôle négligeable du point de vue des apports d'éléments nutritifs, les fibres contenues dans ces fourrages sont indispensables au niveau du transit digestif. Ils limitent dans une certaine mesure les risques d'acidose.

L'apport d'éléments fibreux permet de maintenir une certaine rumination et une activité microbienne normale, à condition que les teneurs en cellulose brute et en lignocellulose ne descendent pas en dessous de 10 % dans la ration.

4. PLACE DE L'ENSILAGE DE MAIS DANS LE CONTEXTE ECONOMIQUE ACTUEL

Cette approche comprendra une analyse économique sommaire (marges brutes) et une étude de l'impact d'une ration de maïs sur la trésorerie et l'organisation du travail de l'exploitation.

4.1. L'évaluation de la rentabilité économique d'une ration à base de maïs:

Pour cette analyse économique, les hypothèses retenues sont les suivantes :

- le coût de la main-d'oeuvre (exploitant) : 28 F/heure sans les charges sociales,
- les coûts de l'utilisation du matériel (main-d'oeuvre comprise) sont de 137F/heure
- le coût de la préparation initiale du sol (bul) est de 2 500 F amortissable sur dix ans,
- le coût de l'implantation par bouturage d'un hectare de canne fourragère est de
- le coût journalier du broyeur est évalué à 7,3 F/jour.
- les coûts des produits utilisés pour la culture des maïs sont :
 - * semences de maïs = 30 F/kg
 - * Round-up = 159 F/litre
 - * Désherbant (2-4D) = 25 F/litre
 - * Engrais (15-12-24) = 2,2 F/kg
 - * Lisier (épandage) = 1 800 F/an
 - * Bâche plastique = 1 235 F
- le coût des aliments concentrés est détaillé dans le tableau 4.9.
- enfin, le prix de vente du kg de viande est de 37,90 F.

4.1.1. Evaluation du coût du kg de matière sèche de l'ensilage de maïs:

Les différentes charges afférentes à l'utilisation de la main-d'oeuvre, du matériel et des produits sont présentées dans le tableau 4.7

Ainsi le coût de la culture, de la récolte et de la conservation de cet ensilage de maïs s'élève à 18 400 F par hectare.

Tableau 4.8. Estimation du coût de revient du kg de matière sèche de canne fourragère et du choux de canne

	Éléments du calcul	Coût du kg de MS	En % du coût total
CANNE FOURRAGERE			
<i>Amortissements:</i>			
Plantation	1200 F/ha/an	0,036	4
Broyeur	1,8 F par jour	0,06	7
<i>Entretien de la culture:</i>			
Epandage de lisier	1800 F/ha/an	0,054	6
<i>Récolte-Broyage du fourrage</i>			
Coupe (M.O.)	1/2 h/jour x 28 F	0,47	53
Broyage (M.O.)	1/4h/jour x 28 F	0,23	25
Broyage (électricité)		0,06	5
COUT TOTAL		0,91	100
CHOUX DE CANNE			
<i>Amortissement du broyeur</i>		0,06	12
<i>Récolte-Broyage du fourrage</i>			
Récolte (M.O.)	1/4 h/jour x 28 F	0,21	44
Broyage (M.O.)	1/4 h/jour x 28 F	0,21	44
COUT TOTAL		0,48	100

Par rapport à un coût d'un hectare de maïs mécanisé (estimé à 13 895 F/hectare -MANDRET, 1991), cette valeur obtenue avec un fort emploi de la main d'oeuvre est sans doute assez proche de la réalité.

Les deux postes les plus importants sont donc le coût des produits utilisés pour la culture de maïs (39% du coût total) et le coût de la main d'oeuvre (32 % du coût total).

Alors que le rendement avait été estimé à 3,3 tonnes de fourrage sec à la récolte, la quantité réelle calculée à partir de l'essai d'ingestion a été de 4,13 tonnes de matière sèche.

En effet, les quantités consommées par les 6 taurillons ont été de :

$61 \text{ jours} \times 7,23 \text{ kg de matière sèche} \times 6 = 2\,646 \text{ kg de matière sèche.}$

Il convient de rajouter des pertes par refus (21 %) et par inconsommable (15 %). Ainsi le rendement total des parcelles (d'une superficie de 4 360 m²) a été de :
 $2\,646 \text{ kg de MS} + 868 \text{ kg MS (refus)} + 620 \text{ kg de MS (inconsommable)} = 4\,134 \text{ kg de MS}$

Ramené à l'hectare, le rendement fourrager a été de 9,48 tonnes de matière sèche, soit environ 25 tonnes de matière brute à l'hectare pour un taux de matière sèche de 37,97 %. Dans ces conditions de culture, il s'agit d'un bon rendement pour cette variété de maïs (IRAT 143).

Toutefois, nous ne prendrons en compte dans le calcul du coût du kilo de matière sèche de l'ensilage de maïs que la production utile au champ soit 2 646 kg de matière sèche correspondant aux quantités consommées par les taurillons.

En conclusion, le coût du kilo de matière sèche de l'ensilage de maïs est de 8 041 F pour 2 646 kg de matière sèche utiles soit 3,04 F par kilo de matière sèche.

Ce coût ne serait que de 1,72 F par kilo de matière sèche (4 553 F/2 646 kg de MS) si le coût du chantier d'ensilage était évalué en terme de liquidités exigées à l'exploitant au moment de la récolte.

4.1.2.L'évaluation du coût de matière sèche de la canne fourragère:

Ce coût est détaillé dans le tableau 4.8.. Son calcul repose sur l'estimation d'une production fourragère de 33 tonnes de matière sèche par hectare répartie en 4 coupes de 7 tonnes de MS en saison chaude, et une coupe de 5 tonnes de MS en période hivernale. L'exploitation de la canne fourragère se fait sans irrigation avec un épandage de lisier après chaque coupe.

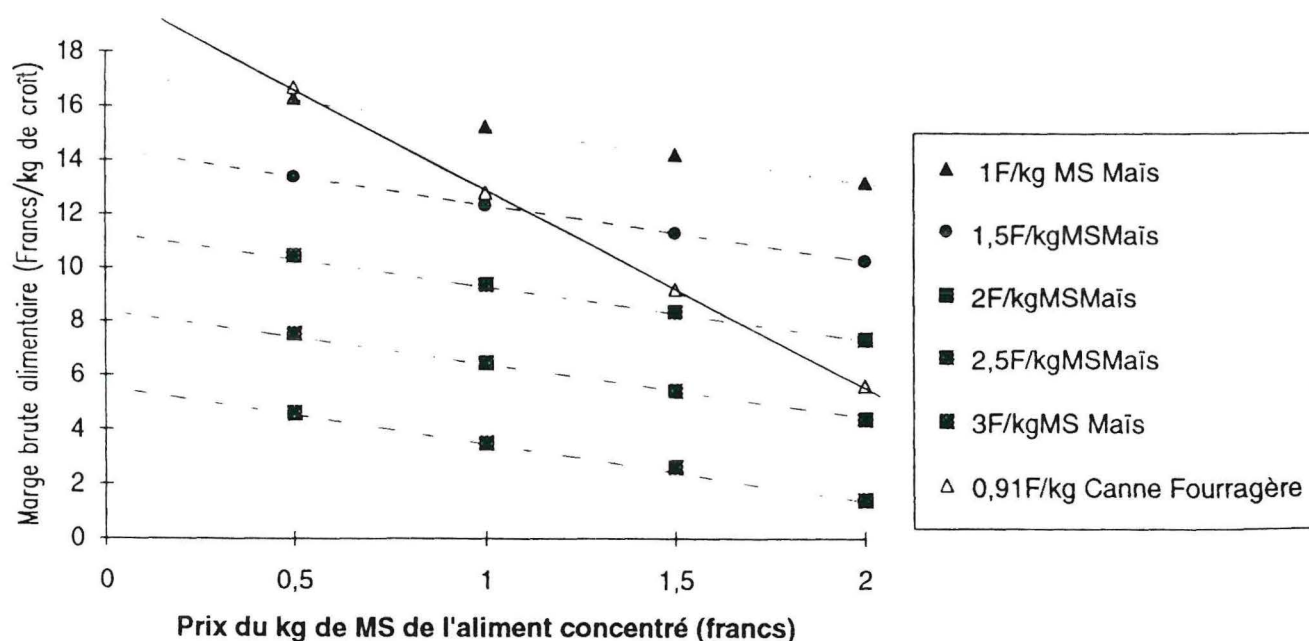
Les coûts journaliers de la main d'oeuvre pour la coupe et le broyage de la canne fourragère ont été répartis sur la consommation journalière du lot de 6 taurillons, soit 6 x 3,75 kg de MS par jour = 22, 5 kg de MS. En comptant 19 % de refus, la consommation est donc d'environ 30 kg de MS par jour.

Le coût du kilo de Matière sèche de la canne fourragère s'élève donc à 0,91 F.

Tableau 49. Estimation du coût du kilo de matière sèche des aliments concentrés.

	Coût du kg de MB (francs)	Teneur en MS	Ensilage de maïs		Canne fourragère		Choux de canne	
			Quantité Offerte/jour en kg MB	Coût/jour du kg MS (francs)	Quantité Offerte/jour en kg MB	Coût/jour du kg MS (francs)	Quantité Offerte/jour en kg MB	Coût/jour du kg MS (francs)
Maïs Broyé	1,55	87,20	1,50	2,03	2,25	3,04	2,25	3,04
Tourteau de soja	1,66	87,20	0,50	0,72	0,75	1,01	0,75	1,01
Brisures de riz	1,00	87,20		0,00	1,00	1,35	1,00	1,35
Mélasses	0,78	0,75	1,00	0,01	3,00	4,05	4,00	5,41
Patates douces	1,00	31,50		0,00	3,00	4,05	3,00	4,05
Urée	2,40	100,00	0,02	0,05	0,06	0,08	0,08	0,11
C.M.V.	3,93	88,00	0,08	0,28	0,08	0,11	0,08	0,11
TOTAL			3,10	3,08	10,14	13,71	11,16	15,08
COUT DU KG DE MS			1,19		1,77		1,73	

Graphique 4.1. Evolution de la marge brute (Francs) en fonction du prix de l'aliment concentré



Au niveau de ce coût, le poste le plus important est bien-sûr est l'utilisation de la main-d'oeuvre représentant 77 % du coût total du kg de MS produite. En conséquence, le principal intérêt de ce type de fourrage est de minimiser les besoins en trésorerie (argent liquide) à condition de ne pas acheter de concentrés.

4.1.3.L'évaluation du coût du kilo de matière sèche du choux de canne:

Il se réduit aux postes suivants : ramassage, transport et broyage, en considérant que le matériau de base est un résidu de récolte disponible sur l'exploitation ; en conséquence, il n'a pas de valeur marchande.

La quantité ramassée tous les jours est estimée à $448 \times 1,85 \times 6 = 34$ kg de MS pour un lot de 6 taurillons

Le coût du kilo de matière sèche de choux de canne est fixé à 0,47 F dans cette étude.

4.1.4. L'évaluation du coût du kilo de matière sèche de concentré :

L'estimation du coût kg de MS du concentré de chaque ration (tableau 4.9) fait apparaître que l'aliment distribué au lot recevant de l'ensilage de maïs est sensiblement plus faible (1,18 F/ kg MS) par rapport à celui distribué au lot choux de canne (1,77 F/kg MS). Le coût de la complémentation de la ration à base d'ensilage de maïs aurait pu être abaissé encore en incorporant une quantité plus importante d'urée (à environ 0,89 F/ kg MS).

Dans la ration à base de choux de canne, les brisures de riz et la mélasse sont les matières premières qui apportent l'UFV la moins chère (1,08 F/UFV et 1,17 F/UFV). Elles seraient encore plus intéressante si elles étaient couplées avec un apport d'urée.

4.1.5. Les marges alimentaires réalisées pour chaque lot :

Les marges "alimentaires" correspondent aux produits de vente de viande, moins les charges issues du coût des aliments (exprimés en francs par kilo de matière sèche ingéré).

Le rendement des animaux à l'abattage a été de 60 % , auquel il faudra retirer 2 % du poids carcasse (ressuyage).

Le calcul des marges (présenté dans le tableau 4.10) repose sur les valeurs de l'efficacité alimentaire de chaque lot entre deux pesées, exprimées en kg de matière sèche par kilo de croît , soit 49 jours

La ration à base de canne fourragère et de concentrés dégage à première vue une marge alimentaire plus importante (7,22 F par kg de croît contre 2,92 F par l'ensilage de maïs).

Dans ces conditions, le kilo de matière sèche du maïs ensilage apparaît trop

Tableau 410. Evaluation des marges brutes alimentaires par lot

	Ensilage de maïs			Canne fourragère			Choux de canne		
	Quantités (kg MS)	Prix du kg (francs/kg)	Coût total (francs)	Quantités (kg MS)	Prix du kg (francs/kg)	Coût total (francs)	Quantités (kg MS)	Prix du kg (francs/kg)	Coût total (francs)
Coût du fourrage	7,23	3,04	21,9792	3,75	0,91	3,4125	4,48	0,47	2,1056
Coût du concentrés	2,6	1,18	3,068	7,75	1,77	13,7175	8,73	1,727	15,07671
TOTAL	9,83		25,0472	11,5		17,13	13,21		17,18231
COÛT PAR KG DE MS		2,55			1,49			1,30	
<i>Efficacité Alimentaire</i> (kg MS/ kg de croît)		7,96			10,73			13,56	
<i>Prix de vente du kg de croît(f)</i>		23,20			23,20			23,20	
<i>Coût du kg de croît (francs)</i>		20,28			15,98			17,64	
<i>Marge alimentaire</i> en francs par kg de croît		2,92			7,22			5,56	
en % du prix de vente		12,58			31,11			23,98	

élevé (plus de 3 F/ kg MS) par rapport aux prix du kilo de matière sèche des concentrés (1,77 F et 1,73 F pour les lots canne fourragère et le lot choux de canne).

Les bonnes performances techniques de maïs (rendement à l'hectare et performances des taurillons) ne sont pas rentables du seul point de vue économique dans ces conditions de culture et de récolte et avec des prix des aliments concentrés aussi bas.

Le graphique 4.1 présente une simulation de l'évaluation des marges alimentaires en fonction du prix des aliments concentré en envisageant différents prix de revient du kilo de matière sèche de maïs (de 1 à 3 F/ kg de MS).

Avec le développement de l'ensilage maïs, il est probable que la marge brute alimentaire s'améliore notablement. L'éleveur doit donc chercher à produire un kilo de matière sèche de maïs qui ne dépasse pas 1,5 F dans le contexte actuel. Ramené à l'hectare, il reste à évaluer la possibilité de produire moins cher que 18 400 pour plus 6 tonnes de matière sèche utile.

Les solutions techniques devront d'abord avoir pour objectif une diminution du coût de la main d'oeuvre au moment du semis (canne-planteuse), de la récolte (préparation de parcelles permettant une semi- mécanisation) et du coûts des intrants (par des apports de lisiers ou par implantation de légumineuses) .

De plus , les possibilités de produire un maïs sous irrigation offriraient des productions fourragères beaucoup plus importantes à l'hectare (plus de 12 tonnes de matières sèche par hectare, soit environ 7,7 tonnes de matières sèche utile).

En considérant les prix actuels du kg de viande, cet essai souligne l'étroitesse des marges brutes qui proviennent des ateliers type taurillons à l'engraissement.

En supposant notre approche économique exacte, il apparaîtrait que les éleveurs doivent tirer un profit de cette activité alors que la marge alimentaire ne représente que 20 à 30 % de son revenu. Cette approche économique a ses limites, puisque l'éleveur "survi" en majeure partie grâce à la rémunération de son travail.

4.2.Besoins en trésorerie:

La culture et la récolte de la canne fourragère nécessitent très peu de fonds de roulement dans le cas de cette exploitation. En contrepartie, elle oblige l'éleveur à accroître sa dépendance vis-à-vis de l'extérieur par l'achat régulier d'aliments concentrés. Or, le coût des concentrés représente 73 % du coût total de la ration distribuée chaque jour.

Pour l'ensilage de maïs, la sortie d'argent au moment de la récolte est importante (de l'ordre de 10 500 F par hectare). Cette dépense ponctuelle permet de nourrir un lot de 6 taurillons avec de l'ensilage de maïs pendant une période 5,5 mois environ pour un hectare cultivé. Cette somme est équivalente à un achat d'une quantité de concentrés correspondant à 6 mois de consommation de concentrés.

Il n'existerait donc pas de réelle différence à ce niveau pour l'éleveur, si ce n'est que les sorties des liquidités ne se font pas au même rythme .

Une étude des besoins saisonniers en fonds de roulement des exploitations apporterait sans doute plus de précisions à ce sujet, mais il serait alors nécessaire d'inclure l'atelier d'engraissement des taurillons dans le fonctionnement global de cette exploitation.

4.3.Organisation du travail:

Bien que la coupe , le broyage et la distribution de la canne fourragère s'inscrivent parfaitement dans les traditions des planteurs de canne, cette tâche est lourde et astreignante, surtout pendant la période de récolte de la canne à sucre (Août-Septembre).

Dans notre essai, l'éleveur a exprimé son intérêt pour la facilité d'utilisation du maïs plante entière stocké en silo à côté des bâtiments. Il est certain que l'implantation a été fastidieuse du fait d'un emploi important de la main d'oeuvre. Mais, cette pointe de travail peut être programmé par l'éleveur à sa convenance.

En conséquence , l'utilisation de reports fourragers sous forme d'ensilage de maïs en silo enlève beaucoup de la pénibilité du travail quotidien consacré à l'atelier taurillons. De plus, elle permet à l'éleveur d'alléger les contraintes de temps difficilement compressibles au niveau des travaux d'élevage. Il peut se tourner vers de nouvelles activités grâce au temps de travail ainsi libéré.

Pour un coût de l'ensilage de maïs plus faible , il est fort probable que les éleveurs se tourneront vers cette technique, qui s'intègre mieux dans l'organisation globale de ces exploitations pluriactives.

Mais, le choix de la pratique de l'ensilage de maïs va être influencer par d'autres facteurs que ceux exposés précédemment dont notamment la disponibilité en matériels de récolte.

5. CONCLUSIONS:

Malgré de bonnes performances animales (1235 g/j), l'ensilage de maïs réalisé dans cet essai a dégagé une marge économique moindre par rapport à une ration à base de canne fourragère fortement complémentée.

Le développement de l'ensilage de maïs reste plus que jamais justifié dans le contexte actuel des élevages pratiquant l'engraissement de taurillons à l'auge.

En dehors de la patate douce, aucun fourrage produit sur l'exploitation n'offre à l'éleveur une telle densité énergétique. Une bonne valeur énergétique associée à une bonne ingestibilité sont nécessaires pour satisfaire les objectifs de croissance fixés par les éleveurs.

Du point de vue de l'éleveur, l'ensilage de maïs permet de réduire son temps consacré à l'alimentation de son cheptel. en le libérant pour d'autres tâches (dans le cas des exploitations pluriactives).

Dans l'avenir, le développement de l'ensilage de maïs doit se raisonner en terme de quantités produites (augmentation des rendements de la plante entière par l'irrigation et en jouant sur les densités de semis) et en terme de réduction du coût des intrants (semi-mécanisation sur parcelles appropriées).

Cinquième partie: CONCLUSIONS GENERALES

1. LES CONDITIONS DE REALISATION DE CES ESSAIS:

Ces deux essais d'alimentation se sont déroulés en conditions réelles pendant une période de quatre mois .

A la Plaine des Cafres, la collaboration avec les responsables de la ferme s'est limitée aux prises de décision lors de la mise en place de l'expérimentation.

Le travail relatif aux mesures et aux manipulations a été pris en charge par deux personnes délégués par les organismes responsables de l'essai (C.I.R.A.D.-Elevage; C.I.R.A.D./S.A.R.; Chambre d'Agriculture de La Réunion; Union des A.F.P.).

Des incidents sans gravité apparente (mélanges de lots d'animaux, rupture de stocks des aliments concentrés, etc..) se sont trop souvent répétés au cours du premier mois de cet essai. Ainsi, un quart des mesures réalisées en Juillet a été éliminé pour diverses raisons. Cela nous a obligé à passer de trois mesures par semaine en Juin-Juillet à quatre mesures par semaine en Août-Septembre , afin d'assurer la fiabilité des résultats. Toutefois, les conditions de la fin de l'essai ont été très bonnes.

La mise à la disposition des bâtiments et du cheptel n'a pas été complètement satisfaisante par le fait que le personnel de la ferme s'est retrouvé mis à l'écart . Cette faible participation des exploitants n'est donc pas souhaitable.

Au cours de l'essai d'ingestion d'ensilage de maïs à Saint-Joseph, l'éleveur a parfaitement rempli son contrat. Après un premier mois de mise en place des manipulations, les mesures des quantités offertes et refusées ont été réalisées d'une manière très consciencieuse. Toutefois, ce travail vient s'ajouter aux tâches quotidiennes de l'élevage. Une participation plus active aurait été souhaitable de ce point de vue.

Il s'agit donc de trouver le compromis entre la participation de l'exploitant, les contraintes de temps relatives aux mesures à réaliser en privilégiant la recherche d'une fiabilité maximale des résultats .

Une difficulté majeure auquel sont confrontés tous les essais d'ingestion dans les Bas de l'île de la Réunion provient de la petite taille des exploitations et du cheptel. En dessous de 10 à 12 animaux par lot , les interprétations des essais deviennent plus qu'aléatoires.

En conséquence, la solution consisterait à répéter de nombreuses fois des "petits essais" pour chaque saison et en des lieux différents. Ce travail fastidieux est nécessaire si l'on veut progresser dans le domaine du rationnement.

2. LA VALEUR NUTRITIVE DES FOURRAGES:

Il existe actuellement une discordance entre les qualités nutritives des fourrages produits à La Réunion et les objectifs de croissance des animaux. De plus, les apports de concentrés des bovins viennent écraser plus encore les valeurs alimentaires de la ration de base.

Les approches de la valeur alimentaire des fourrages poussant à La Réunion ont trop

rarement fait intervenir l'animal. L'estimation des valeurs nutritives à partir des compositions chimiques des fourrages introduit un biais provenant des équations de prédictions employées, qui ont été établies ailleurs dans d'autres conditions d'élevage.

Les valeurs nutritives des fourrages sont en grande partie basées sur la détermination de la digestibilité de la matière organique. Quand celle-ci est estimée à partir de la dégradabilité enzymatique de la matière organique des fourrages (à la pepsine-cellulase), il semble que ces valeurs nutritives soient plus significatives au niveau de l'animal, puisqu'elles expriment mieux les processus naturels de la dégradation des fourrages dans le rumen.

En saison chaude et humide, les productions fourragères sont abondantes au pâturage grâce aux fortes pluies et aux températures élevées. Mais, les analyses fourragères ont mis en évidence de fortes teneurs en lignocellulose des fourrages à cette période de l'année.

La dégradation dans le rumen de fourrages plus riches en parois nécessite un bon fonctionnement de la flore cellulolytique. De plus, cette croissance bactérienne repose avant tout sur un apport équilibré en PDIE et en PDIN.

Ces deux essais d'ingestion d'ensilage ont montré les répercussions d'un déséquilibre en PDIN par rapport aux PDIE sur l'efficacité alimentaire de la ration.

Au niveau de l'animal, la richesse en parois et le déséquilibre azoté des fourrages doit se traduire par de valeurs d'encombrement plus élevées des fourrages ingérés. Enfin, cet encombrement des fourrages cultivés à la Réunion est d'autant plus fort, qu'il est associé à une digestibilité plus faible de la matière organique.

En considérant que les animaux ont les mêmes capacités d'ingestion que leurs homologues métropolitains, l'ingestibilité du fourrage aurait donc des conséquences plus importantes que la valeur nutritive sur les performances animales.

3 .PERSPECTIVES EN MATIERE D'ENSILAGE A LA REUNION:

La justification de l'ensilage d'herbe dans les Hauts de l'île de La Réunion n'est plus à faire. Le report de stocks fourragers sous forme d'ensilage de la saison de fortes pousses de l'herbe sur des périodes déficitaires en fourrage améliore le statut alimentaire des animaux en période hivernale.

Toutefois, ce report fourrager s'est heurté à la mauvaise qualité de conservation des ensilages. Même si les nouvelles techniques comme les balles rondes enrubannées améliorent notablement la qualité des ensilages, la valeur nutritive du fourrage subit une dégradation plus ou moins forte par rapport au fourrage vert.

D'après l'essai d'ingestion sur génisses, plus le fourrage a été transformé au moment de la récolte (fonction de la durée et de la réussite de la dessiccation), plus sa valeur nutritive chute et plus l'efficacité alimentaire par l'animal est mauvaise.

D'après le paragraphe précédent, la période de fortes pousses des prairies coïncide avec les plus faible valeur alimentaire des fourrages au cours de l'année. Il est reconnu que le stockage d'un produit de qualité médiocre au départ est plus délicat que dans le cas d'excellents fourrages. En conséquence, le schéma du report fourrager n'est pas forcément cohérent du point de vue des qualités nutritives des fourrages.

Un certain nombre de possibilités techniques s'offrent à l'éleveur.

En premier lieu, un schéma plus classique consisterait à reporter le surplus fourrager du printemps (dès les premières pluies en Novembre jusqu'en Janvier) sur la période la plus

déficitaire, c'est à dire la période froide et sèche de la fin d'hiver.

Même en été, certaines plantes tempérées conservent des valeurs nutritives excellentes (Ray grass) pour des conditions tropicales d'altitude. Cet atout des systèmes fourragers des Hauts est de premier ordre. En effet, aucune plante fourragère en dehors de certaines céréales (maïs, blé) ne possèdent des densités énergétiques aussi élevées.

Les procédés de conservation allant dans le sens de pertes moindres en éléments nutritifs à la récolte (conservateur acide de type acide formique) sont à préconiser dans ce cas seulement.

Enfin, une des principales sources de progrès permettant une pleine utilisation des nouvelles techniques d'ensilage consisterait d'une part à mieux connaître l'évolution des stades de développement des fourrages; d'autre part, d'initier les éleveurs à une meilleure maîtrise du stade de récolte au cours des différentes saisons.

La technique des reports fourragers souffre donc d'abord d'un manque crucial de références à différents niveaux.

Les importants efforts réalisés dans le domaine du machinisme ont été récompensés sur le terrain par une adoption massive de ces nouvelles techniques de conservation.

Mais, ils seront insuffisants si les systèmes fourragers des Hauts n'évoluent pas à la même vitesse. L'identification, la diffusion des principales espèces présentant les meilleures aptitudes à l'ensilage est le premier impératif. Il est important de vulgariser chez les éleveurs le concept de prairies réservées exclusivement à l'ensilage.

L'approche des stades de récolte des graminées est semble-t-il différente de celle préconisée en Métropole. L'âge des repousses des graminées correspondant au stade de récolte optimal est la clé de réussite des ensilages. Cependant, les critères de variations de l'âge des repousses sont nombreux et variables à La Réunion en fonction des zones et des saisons. Une approche par les sommes de températures permettrait certainement de mieux l'appréhender.

Avec les techniques d'ensilage développées actuellement, avec une meilleure utilisation du potentiel fourrager des Hauts grâce à certaines espèces fourragères tempérées et une meilleure maîtrise des stades de récolte, les reports fourragers ne poseront sans doute plus de problèmes majeurs aux éleveurs dans les années à venir.

Ces perspectives s'inscrivent parfaitement dans la réhabilitation de l'UF produite par les prairies en diminuant les quantités de concentrés distribuées aux bovins, afin de produire du lait ou de la viande "cent pour cent réunionnais"

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRIEU J.P., GAILLARD F., DULPHY J.P. (1981). L'ensilage d'herbe mi-fané en balles rondes, utilisation par des génisses laitières de 1 an. Bull. Tech. C.R.Z.V.,Theix-INRA (46) 31-37.

ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C., ROUEL J. (1990). Conservation et valeur alimentaire des ensilages directs de prairies naturelles; Comparaisons de trois types de conservateurs. I.N.R.A. Prod. Anim., 3 (1), 67 -73.

ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C., ROUEL J. (1992). Conservation et utilisation par les génisses de l'herbe de prairies naturelles. Interêt des balles rondes enrubannées comparativement à l'ensilage direct et au foin. I.N.R.A. Prod. Anim., 5 (3), 205 - 212.

BIGOT A, FONTAINE O., BRUNSCHWIG P. (1990). La canne fourragère à La Réunion: Comportement et valeur alimentaire. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 26 p..

BIGOT A. (1991). Cinétique de la productivité et de la valeur alimentaire du Kikuyu en fonction de la saison dans les Hauts de Montvert. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 10 p..

BIGOT A., FONTAINE O. (1991). Prairies pour les Hauts de l'Ouest. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 20 p..

BOSCHER B., GRASSET M., LE LAN B., LE VIOL B. (1991). L'ensilage d'herbe en balles rondes: Objectifs 40 % de M.S..Elevage rentabilité, Mai 1991, 12 - 13.

BRUNSCHWIG P. (1987). Suivi d'ensilage d'herbe en coupe directe. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 7 p..

BRUNSCHWIG P. (1988a). Ensilages d'herbe pour bovins à la Réunion; Premières observations pour 1987 et 1988. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 12 p..

BRUNSCHWIG P. (1988b). Ensilages d'herbes pour l'alimentation des bovins à La Réunion: des solutions pour progresser. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 4 p..

BRUNSCHWIG P. (1988c) . Enquête sur la conservation des ensilages d'herbe à La Réunion. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 3 p..

BRUNSCHWIG P. (1989) . Estimation de la valeur alimentaire de la patate douce distribuée en l'état à des vaches laitières; Protocole technique. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 4 p..

X BRUNSCHWIG P. (1991). Le maïs ensilage à La Réunion; Premiers résultats. I.T.E.B./C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 14 p..

Chambre d'Agriculture de La Réunion (1992). Livre blanc de la production laitière. E.D.E. Chambre d'agriculture , La Réunion, 63 p..

C.I.R.A.D.-Elevage (1989) . Compte rendu d'activité 1989; Convention n°DAA/89. C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 21 p..

COTTO G.(1986) .L'ensilage d'herbe coupe fine ressuyé ou préfané pour le troupeau laitier .Paris, I.T.E.B.; 37 p..

X Cultivar (1989) . Maïs Ensilage: 24 heures pour réussir. Cultivar n° 248, 1er au 15 Mars 1989, 55 - 77.

X DEMARQUILLY C. (1986).Les conservateurs biologiques: Bien les choisir. Elevage 2000 n°5, Juin 1986, 54 - 57.

X DEMARQUILLY C. (1988). Les fourrages ; Cours Supérieur d'alimentation des animaux domestiques. Session 1988. I.N.A. Paris-Grignon, 72 p..

X DEMARQUILLY C, ANDRIEU J., (1988). Les fourrages. In Alimentation des bovins, ovins et caprins JARRIGE R., I.N.R.A. Publications, 315 - 335.

X DEREVIER A. (1979). Mécanisation de la récolte en culture fourragère. C.E.E.M.A.T. .; Extrait du rapport annuel 1979, Partie B, C.E.E.M.A.T., La Réunion, 18 - 33 .

DOUMALIN L. (1992).Génisses et taries: Paille mélassée en plat de résistance. Prod. Lait. Mod., (216), 66-67.

X DULPHY J.P. (1973). Valeur alimentaire des fourrages. Fourrages, 42, 40-45.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C. (1973). Utilisation des ensilages d'herbe par des génisses et des vaches laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (10) 5-16.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C. (1974). Utilisation des ensilages d'herbe avec ou sans acide formique par les génisses. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (18) 11-16.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C. (1976). Complémentation énergétique d'une ration d'ensilage d'herbe en début de lactation pour les vaches laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (26) 29-33.

DULPHY J.P. (1978a). Quantités ingérées et phénomènes de substitution: Conséquences pour le rationnement. In Alimentation des ruminants; principes de nutrition, valeurs nutritives des aliments et besoins alimentaires des animaux. Ed I.N.R.A. Publ. , Versailles, 87 -98 .

X DULPHY J.P., DEMARQUILLY C. (1978b).Problèmes particuliers aux ensilages. In Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. I.N.R.A. Publications, Versailles, 81 - 104.

DULPHY J.P., MICHALET-DOREAU B. (1978c). Prévision de l'ingestibilité des ensilages d'herbe. In Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. I.N.R.A. Publications, Versailles, 155 - 168.

DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C. (1979a). Etude de la valeur azotée des ensilages d'herbe pour les vaches laitières. Bull Tecchn., C.R.Z.V.,Theix-I.N.R.A., (35) 45-52

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C. (1979b) . Utilisation comparative par les génisses de 2 ensilages d'herbe conservés à l'acide formique ou au sylade. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA () 13-18.

DULPHY J.P., LIENARD G. (1981). Effet de l'acide formique sur la valeur alimentaire des ensilages directs d'herbe destinés aux vaches laitières; conséquence économiques. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (44) 33-40.

DULPHY J.P., BONY J. (1983). Influence de la nature de l'aliment complémentaire sur les performances de génisse recevant de la paille. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (52) 37-51.

DULPHY J.P., BOISSAU J.M., LEBLANC F. (1984a). Influence du traitement à l'ammoniac sur la valeur alimentaire de pailles distribuées à des génisses. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (55) 25-32.

DULPHY J.P., GAILLARD F., GAREL J.P., ANDRIEU J.P., ROUEL J. (1984b). Etude de la valeur alimentaire d'ensilages mi-fanés distribués à des génisses laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (57) 5-12.

DULPHY J.P., GAREL J.P., ANDRIEU J.P., ROUEL J. (1984c). Intérêt du ressuyage avant la récolte d'ensilages d'herbe destinés à des vaches laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (55) 17-24.

DULPHY J.P., FAVERDIN P., MICOL D., BOCQUIER F (1987). Révision du système des unités d'encombrement (U.E.) . Bull. Tech. C.R.Z.V, Theix,INRA (70) 35-48.

FAYRIT L. (1989). Fourrage: Les enrubanneuses sont à la mode. Cultivar n° 250, 1er au 15 Avril 1989, 102 - 104.

X FAVERDIN P., DULPHY J.P., COULON J.P., VERITE J.P., GAREL J.P., ROUEL J., MARQUIS B. (1992). Les phénomènes de substitution fourrages-concentrés chez la vache laitière. INRA Prod. Anim., 5 (2), 127-135.

X FRITZ J. (1973a). Possibilités d'augmentation de la production des pâturages naturels des Hauts de La Réunion. Fourrages (55) ,77-82.

FRITZ J. (1973b). Quelques données sur la valeur alimentaire de fourrages de La Réunion. Fourrages (55) ,93- 98.

FUJITA H. (1978). Length of storage period of grass silage as a regulating factor in the utilisation of silage nitrogen in ruminants. Jap. J. Zoot. Sci.,47(4),224-232.

GAILLARD F. (1990). L'ensilage en balles rondes sous film étirable. Fourrages n° 123, 289 - 304 .

GILIBERT J. (1977a). Productions fourragères en plein champs à La Réunion. E.D.E. Chambre d'Agriculture, La Réunion, 28 p..

GILIBERT J.(1977b). Engraissement de taurillons à l'île de La Réunion avec des issues de canne à sucre.E.D.E. Chambre d'Agriculture, La Réunion, 13 p..

X GILIBERT J., GOGUE J.M., CANNEPIN N.(1980a). Résultat sde l'engraissement de taurillons à La réunion; résultats chez un éleveur de la région Nord. E.D.E. Chambre d'Agriculture, I, 32 p..

X GILIBERT J., GOGUE J.M., CANNEPIN N.(1980b). Résultat sde l'engraissement de taurillons à La réunion; Expérimentation au collège agricole de Saint-Joseph. E.D.E. Chambre d'Agriculture, II, 25p.

GILIBERT J., GOGUE J.M., CANNEPIN N.(1980c). Résultats de l'engraissement de taurillons à La réunion; résultats chez un éleveur de la région Nord-Est. E.D.E. Chambre d'Agriculture, IV,45 p..

GILIBERT J. (1981). Productions fourragères en plein champ à La Réunion; Quantités-Qualités. E.D.E., Chambre d'agriculture, La Réunion, 147 p..

GILIBERT J. (1984) . Tables de valeurs alimentaires de certains aliments pour ruminants à La Réunion. .E.D.E. Chambre d'Agriculture, La Réunion, 32 p..

HODEN A. (1981). Utilisation des pailles de céréales par les génisses d'élevage.Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (44) 13-16.

X HODEN A., HURTAUD C., MARQUIS B., DELABY L (1990). Utilisation du blé ou de pulpes de betteraves en rations complètes avec de l'ensilage de maïs chez les vaches laitières. INRA Prod. Anim., 3 (4), 299-304.

I.T.E.B. (1983). Le taurillon, Paris, 232 p..

JARRIGE R., DEMARQUILLY C., DULPHY J.P. (1982). La conservation des fourrages. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 50, 5 - 32 .

JARRIGE R. (1988). Alimentation des bovins, ovins et caprins. EdS INRA ,Versailles,, 471 p..

LANDAIS E (1986). Approche systémique de la production agricole. I.E.M.V.T.-Maisons-Alfort (20) , 25-37.

X LELONG C. (1987). Technologies applicables à l'exploitation et à la conservation des fourrages. Cours Supérieur d'Alimentation des Animaux Domestiques; Session 1987, I.N.A Paris-Grignon, 21 p..

LEPETIT J. (1991). Coût moyen de la tonne de matière sèche d'un ensilage en balle ronde enrubannée; Année 1991. Union des A.F.P., La Réunion, 6p.

LEPETIT J., PAILLAT J.M. (1992). Bilan de la campagne 1991 des ensilages en balles rondes enrubannées; Analyse de la technique et des coût. Union des AFP/C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 14 p..

LIENARD G., DULPHY J.P. (1981). Eléments technico-économiques pour le choix d'une méthode de récolte d'ensilage d'herbe. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 44, 41 - 51.

McDONALD P., HENDERSEN A.R. (1962). Buffering capacity of herbage sample as a factor in silage. J. Sci. Food Agric., vol.13, July, 395 - 400.

MICHALET-DOREAU B., DEMARQUILLY C. (1978). Prévion de la valeur énergétique des ensilages d'herbe. In Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. I.N.R.A. Publications, Versailles, 105 - 118.

MICHON A. (1988). Bilan de l'opération ensilage conduite dans les Hauts de l'Ouest en Avril 1987, Union des A.F.P., La Réunion, 15 p..

MICOL D., BERANGER C. (1981). Variations de la capacité d'ingestion des bovins en croissance et à l'engrais. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A., 44, 23 - 31.

OHSHIMA M.,McDONALD P. (1978). A review of changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. J. Sci. Fd Agric., 29, 497-505.

PAILLAT J.M. (1987). Suivi de chantiers d'ensilage d'herbe réalisées avec une récolteuse-hacheuse-chargeuse à fléaux dans les Hauts de l'Ouest . C.I.R.A.D.-Elevage/C.E.E.M.A.T., Rapport annuel 1987, 7 p..

PAILLAT J.M. (1989). Comparaison de différentes chaînes de récolte d'ensilage; Etude technico-économique. C.I.R.A.D.-Elevage/ C.E.E.M.A.T., La Réunion, 20 p.

PAILLAT J.M. (1991). Ensilages en balles rondes enrubannées; Résultats des essais 1990. C.E.E.M.A.T., La Réunion, 33 p..

X PAILLAT J.M., LEPETIT J. (1992). Conservation des ensilages en balles rondes enrubannées; Année 1992. C.I.R.A.D.-S.A.R./ Union des AFP, La Réunion, 9 p..

POCHIER J. (1987). Les prairies à La Réunion: Techniques et coûts d'implantation. Mémoire de fin d'études I.S.T.O.M. , 145 p..

X MANDRET G., BIGOT C.E. (1991). Le maïs fourrage en altitude à La Réunion; Essais variétaux (Janvier-Juin 1991). C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 14 p..

MICHALET-DOREAU B., DEMARQUILLY C. (1981). prévion de la valeur alimentaire des ensilages d'herbe. I.N.R.A. Publ. 1981, 105-107.

MULLER A., JOURNET M., HODEN A. (1979). Complémentation azotée des ration à base d'ensilages d'herbe et de pulpes sèches de betteraves pour des génisses laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V, Theix-INRA () 35-39.

MULLER A., MICOL D., DOZIAS D., PECCATTE J.R. (1992). Foin ou ensilage pour les bovins en croissance en système herbager. INRA Prod. Anim., 5 (2), 121-126.

TROCCON J.L., LEPETIT M. (1989). Croissances des génisses de renouvellement et

performances ultérieures. I.N.R.A. Prod. Anim. , 2 (1), 55 - 64.

TROCCON J.L. (1992) . Recommandations pour la croissance de génisses laitières. B.T.I.A. n°64, Juin 1992, 5 - 7.

Union des A.F.P. (1989). Bilan des recherches en production fourragère.U.A.F.P.,La Réunion, 12 p..

VERITE R., DULPHY J.P., JOURNET M. (1983). la complémentation azotée des rations d'ensilage pour les vaches laitières. Bull. Tech. C.R.Z.V,Theix-INRA (52) 43-51.

VROMANDT G (1992). L'enrubannage: Pourquoi pas? . L'élevage n° 45, Juin 1992, 19 - 21.