

BA TH 395

DK J4987

CIRAD-EMVT  
Campus de Baillarguet  
B.P. 5035  
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire  
d'Alfort  
7, avenue 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**

---

**MEMOIRE DE STAGE**

**PLACE DU MAÏS ENSILAGE EN ELEVAGE BOVIN  
A LA REUNION**

par  
Kheireddine OULMANE

année universitaire 1998-1999

CIRAD-Dist  
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE  
Baillarguet



\* 000001611 \*

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES  
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

---

PLACE DU MAÏS ENSILAGE EN ELEVAGE BOVIN  
A LA REUNION

par  
Kheireddine OULMANE

Lieu du stage : 7 chemin de l'Irat, Ligne Paradis, 97 410 Saint-Pierre, La Réunion

Organisme d'accueil : CIRAD-EMVT

Période du stage : du 5 avril au 4 octobre 1999

## *REMERCIEMENTS*

Ce stage, effectué dans le cadre du DESS "Productions animales en régions chaudes", s'est déroulé au CIRAD-EMVT de Saint-Pierre (île de la Réunion) du 5 avril au 4 octobre 1999.

Je tiens à remercier vivement Monsieur P. Hassoun, mon maître de stage, pour son accueil, sa présence permanente, son encadrement et son soutien chaleureux.

Merci également à toute l'équipe de l'élevage, en particulier E. Tillard, P. Grimaud, G. Morel, J.Y. Latchimy, O. Fontaine, J. Poncet, S. Nabeneza, pour leur accueil et leur aide.

Je voudrais également remercier tous les éleveurs et les techniciens de la SICA-REVIA et de l'AFP.

Je ne voudrais pas oublier toutes les personnes que j'ai côtoyées pendant ce stage, notamment Fabrice, Vladimir, les "potes" de la case, ainsi que tous les stagiaires et les VAT.

Merci également à toutes les personnes qui m'ont soutenu et encadré, en particulier Monsieur G. Duvallet et tous les intervenants du CIRAD de Montpellier.

Merci à mes très proches, mon coco, Baddis et sans oublier bien sûr "Khouya".

Ce stage ne se serait jamais déroulé sans l'appui permanent et le soutien moral de mes chers parents. Merci.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	7
<b>PRESENTATION GENERALE</b> .....	8
<b>1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE</b> .....	8
1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE .....	8
1.2 CLIMAT.....	8
<b>2. ACTIVITÉS AGRICOLES ET SURFACES</b> .....	8
<b>3. LA FILIÈRE VIANDE BOVINE À LA RÉUNION</b> .....	9
3.1 PRODUCTION DE LA VIANDE BOVINE.....	9
3.2 ACTIVITÉS DE LA SICA REVIA .....	9
<b>4. LA FILIÈRE LAIT À LA RÉUNION</b> .....	10
4.1 EVOLUTION DE LA PRODUCTION LAITIÈRE ET PERSPECTIVES .....	10
4.2 ACTIVITÉS DE LA SICA LAIT .....	10
4.3 CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS LAITIÈRES DE L'ÎLE .....	10
4.4 ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES .....	10
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	12
<b>1. ENQUÊTES AUPRÈS DES ÉLEVEURS AYANT PRATIQUÉ ET/OU PRATIQUANT TOUJOURS DE L'ENSILAGE DE MAÏS</b> .....	12
<b>2. SUIVIS DES CHANTIERS D'ENSILAGES</b> .....	12
<b>3. ESTIMATION DU COÛT DU MAÏS ENSILAGE</b> .....	12
<b>4. SUIVIS ZOOTECHNIQUES</b> .....	13
4.1 EN ATELIER D'ENGRASSEMENT .....	13
4.1.1 <i>Présentation de l'exploitation</i> .....	13
4.1.2 <i>Intégration de la culture de maïs</i> .....	13
4.1.3 <i>Mise en place des silos</i> .....	13
4.1.4 <i>Caractéristiques des fourrages distribués aux taurillons</i> .....	13
4.1.5 <i>Distribution des composants de la ration journalière</i> .....	14
4.1.6 <i>Etablissement des rations fourragères et complémentation</i> .....	14
4.1.7 <i>Mesures des quantités de fourrages ingérées et fréquence</i> .....	14
4.1.8 <i>Détermination de la valeur nutritive des composants de la ration</i> .....	14
4.1.9 <i>Lots de taurillons</i> .....	15
4.2 SUIVIS D'UTILISATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS EN ÉLEVAGE LAITIERS.....	15
4.2.1 <i>Protocole de suivis dans les exploitations laitières</i> .....	15
4.2.1.1 Cas de l'exploitation AR .....	15
4.2.1.2 Protocole des mesures effectuées dans les autres élevages laitiers (BI, BJ et BE) .....	16
4.2.2 <i>Enregistrements</i> .....	17
<b>5. CARACTÉRISATION DE LA VALEUR NUTRITIVE DES VARIÉTÉS DE MAÏS</b> .....	18

<b>RESULTATS.....</b>	<b>19</b>
<b>1. RESTITUTION DES ENQUÊTES.....</b>	<b>19</b>
1.1 RAISONS INCITATIVES À L'UTILISATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS.....	19
1.2 SURFACES ET ANNÉES DE CULTURE DU MAÏS .....	19
1.3 CONDITIONS ET PRATIQUES CULTURALES .....	20
1.3.1 Mécanisation.....	20
1.3.2 Mécanisation préférentielle.....	20
1.3.3 Irrigation de la culture du maïs.....	20
1.3.4 Précédents cultureux .....	20
1.3.5 Fertilisation.....	20
1.3.6 Conditions de récolte du maïs.....	20
1.3.7 Modalités de conservation de l'ensilage de maïs.....	21
1.4 INTÉGRATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS LES RÉGIMES DES BOVINS.....	21
1.5 PERFORMANCES DU TROUPEAU ENREGISTRÉES PAR LES ÉLEVEURS .....	21
1.6 ESTIMATION DU COÛT DE RÉALISATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS .....	22
1.7 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'INTÉGRATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS L'EXPLOITATION....	22
1.8 CONDITIONS DE POURSUITE ET RAISON DE L'ARRÊT DE LA PRATIQUE.....	23
<b>2. SUIVIS DES CHANTIERS D'ENSILAGE.....</b>	<b>23</b>
2.1 CAS DE LA PREMIÈRE EXPLOITATION (EXPLOITATION A).....	23
2.2 CAS DE LA DEUXIÈME EXPLOITATION (EXPLOITATION B) .....	23
2.3 CAS DE LA TROISIÈME EXPLOITATION (EXPLOITATION C).....	24
<b>3. EVALUATION DU COÛT DU MAÏS ENSILAGE.....</b>	<b>24</b>
3.1 PREMIÈRE EXPLOITATION (PEU MÉCANISÉE).....	25
3.2 DEUXIÈME EXPLOITATION (SEMI-MÉCANISÉE ET PARCELLES ÉLOIGNÉES) .....	26
3.3 TROISIÈME EXPLOITATION (MÉCANISÉE ET IRRIGUÉE).....	26
<b>4. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES.....</b>	<b>27</b>
4.1 UTILISATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS L'ATELIER D'ENGRAISSEMENT.....	27
4.1.1 <i>Caractéristiques et valeur alimentaire de l'ensilage de maïs suivant les silos</i> .....	27
4.1.1.1 Caractéristiques du silo 1.....	27
4.1.1.2 Caractéristiques du silo 2.....	28
4.1.1.3 Caractéristiques du silo 3.....	28
4.1.1.4 Caractéristiques du silo 4.....	28
4.1.1.5 Caractéristiques du silo 5.....	29
4.1.2 <i>Qualité du maïs conservé</i> .....	29
4.1.3 <i>Durée de conservation et d'utilisation du maïs</i> .....	29
4.1.4 <i>Evolution des quantités ingérées des taurillons</i> .....	29
4.1.4.1 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot a.....	30
4.1.4.2 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot b et c.....	30
4.1.4.3 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot d .....	30
4.1.4.4 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot e.....	30
4.1.5 <i>Evolution des gains de poids des taurillons</i> .....	31
4.1.6 <i>Evolution du poids des taurillons du lot d et du lot e</i> .....	32
4.2 RESTITUTION DES SUIVIS DES EXPLOITATIONS LAITIÈRES .....	32
4.2.1 <i>Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation AR</i> .....	32
4.2.1.1 Mise en place des silos .....	32

4.2.1.2	Qualité de conservation des ensilages .....	33
4.2.1.3	Composition chimique et valeur alimentaire du maïs ensilé .....	34
4.2.1.4	Qualité des foins distribués.....	34
4.2.1.5	Estimation des quantités ingérées.....	34
4.2.1.6	Evolution de la production laitière .....	35
4.2.1.7	Production laitière au cours de l'utilisation du deuxième silo .....	36
4.2.2	<i>Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation BI</i> .....	36
4.2.2.1	Qualité de conservation de l'ensilage.....	36
4.2.2.2	Composition chimique et valeur alimentaire .....	37
4.2.2.3	Quantités ingérées des rations totales .....	37
4.2.2.4	Evolution de la production laitière .....	38
4.2.3	<i>Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation BJ</i> .....	39
4.2.3.1	Qualité de conservation de l'ensilage.....	39
4.2.3.2	Valeur alimentaire de l'ensilage de maïs .....	39
4.2.3.3	Quantités ingérées des rations totales .....	40
4.2.3.4	Evolution de la production laitière .....	40
4.2.4	<i>Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation BE</i> .....	42
4.2.4.1	Qualité de conservation de l'ensilage de maïs .....	42
4.2.4.2	Valeurs alimentaires .....	43
4.2.4.3	Evolution des quantités ingérées .....	43
4.2.4.4	Evolution de la production laitière .....	44
<b>5.</b>	<b>VALEUR ALIMENTAIRE DES VARIÉTÉS DE MAÏS</b> .....	<b>45</b>
5.1	DÉTERMINATION DES PROPORTIONS DES ORGANES VÉGÉTATIFS.....	45
5.2	DÉTERMINATION DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES VARIÉTÉ DE MAÏS .....	45
	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>46</b>
	<b>1. PLACE DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS L'ALIMENTATION DES BOVINS D'APRÈS LES ÉLEVEURS : RÉSULTATS DES ENQUÊTES</b> .....	<b>47</b>
	<b>2. COMPARAISON DES COÛTS DE L'ENSILAGE DE MAÏS</b> .....	<b>49</b>
	<b>3. PLACE DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS L'ALIMENTATION DES BOVINS D'APRÈS LES SUIVIS ZOOTECHNIQUES DANS LES ÉLEVAGES LAITIERS</b> .....	<b>51</b>
	<b>4. PLACE DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS L'ALIMENTATION DES BOVINS D'APRÈS LES SUIVIS ZOOTECHNIQUES DANS LES ATELIERS D'ENGRAISSEMENT</b> .....	<b>54</b>
	<b>5. VALEUR ALIMENTAIRE DU MAÏS</b> .....	<b>56</b>
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>57</b>
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	
	<b>ANNEXES</b> .....	

## Liste des tableaux

- tableau 1. Valeurs alimentaires moyenne du foin de Chloris et du concentré de production (Toniforme)
- tableau 2. Répartition des 25 éleveurs enquêtés, en fonction de leur spécialité, des années, des surfaces exploitées en maïs pour l'ensilage
- tableau 3. Comparaison des coûts de réalisation de l'ensilage entre 3 systèmes, différents selon le niveau de mécanisation
- tableau 4. Valeur nutritive des variétés de maïs
- tableau 5. Quantités ingérées des composants de la ration, avec ou sans maïs
- tableau 6. Evolution des teneurs en éléments fermentaires de l'ensilage de maïs dans le silo1 en fonction des semaines (exploitation AR)
- tableau 7. Evolution des teneurs en éléments fermentaires de l'ensilage de maïs dans le silo2 en fonction des semaines (exploitation AR)
- tableau 8. Composition chimique du maïs dans les deux silos (exploitation AR)
- tableau 9. Valeurs alimentaires moyennes des deux ensilages de maïs (exploitation AR)
- tableau 10. Valeurs alimentaires des foins de *Choris gayana* distribués
- tableau 11. Dimensions des silos
- tableau 12. Caractères fermentaires de l'ensilage de maïs dans les deux silos
- tableau 13. Composition chimique et valeur alimentaire de l'ensilage de maïs dans les deux silos (1 et 2)
- tableau 14. Valeurs alimentaires et lait permis par la ration
- tableau 15. Evolution des teneurs en éléments fermentaires de l'ensilage
- tableau 16. Apports énergétiques et azotés des rations
- tableau 17. Dimensions des silos
- tableau 18. Evolution des caractères fermentaires de l'ensilage de maïs dans le silo 1
- tableau 19. Evolution des caractéristiques fermentaires de l'ensilage dans le silo 2 suite aux analyses effectuées 6, 27 et 40 jours après l'ouverture
- tableau 20. Composition chimique et valeur alimentaire du maïs ensilage plante entière dans le cas des deux silos
- tableau 21. Apports énergétiques et azotés et quantités de lait permises par la ration selon les phases (avec ou sans maïs).
- tableau 22. Proportions des organes végétatifs des plants de maïs, selon les variétés
- tableau 23. Composition chimique et valeur alimentaire des variétés de maïs déterminée par les équations de prédiction M1, M3 et M4 d'après Andrieu (1995)

## Liste des figures

- figure 1. Evolution des quantités ingérées des composants de la ration, et, évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *a*
- figure 2. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *b*
- figure 3. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vifs moyen des taurillons du lot *c*
- figure 4. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *d*
- figure 5. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *e*
- figure 6. Evolution des quantités ingérées de fourrages et de concentrés (exploitation AR)
- figure 7. Evolution de la production laitière journalière du troupeau en fonction du nombre de vaches en lactation (exploitation AR)
- figure 8. Evolution de la production laitière journalière du troupeau en fonction du nombre de vaches en lactation au cours du desilage du deuxième silo (exploitation AR)
- figure 9. Quantités ingérées de fourrages et de concentrés par les vaches laitières (exploitation BI)
- figure 10. Evolution de la production laitière hebdomadaire du troupeau en fonction du nombre de vaches traites (exploitation BI)
- figure 11. Evolution de la production laitière individuelle des vaches en phase finale de lactation, selon les contrôles laitiers (exploitation BI)
- figure 12. Evolution de la production laitière individuelle des vaches en milieu de lactation, selon les contrôles laitiers(exploitation BI)
- figure 13. Evolution des quantités ingérées de fourrages et de concentré (exploitation BJ)
- figure 14. Evolution de la production laitière journalière en fonction du nombre de vaches laitières(exploitation BJ)
- figure 15. Evolution de la production laitière individuelle des vaches multipares, selon les contrôles laitiers(exploitation BJ)
- figure 16. Evolution de la production laitière individuelle des vaches primipares, selon les contrôles laitiers(exploitation BJ)
- figure 17. Evolution des quantités de fourrages ingérées par les vaches en lactation (exploitation BE)
- figure 18. Production laitière hebdomadaire moyenne du troupeau en fonction du nombre de vaches traites (exploitation BE)
- figure 19. Evolution de la production laitière du lot des 8 vaches au cours de la deuxième moitié de la lactation (exploitation BE)



# ***INTRODUCTION***

## *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. L'intégration de la culture du maïs pour l'utilisation en ensilage est une pratique récente, de moins de 5 ans, et un nombre limité d'éleveurs laitiers et engraisseurs l'utilise dans l'alimentation de leurs animaux.

Dans un contexte régional très diversifié, les variations saisonnières de la production des fourrages ont longtemps constitué 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, mais il compromet généralement les productions animales. L'utilisation d'ensilage de maïs constitue donc un nouveau débouché, permettant notamment de compenser ce déficit fourrager en compléments d'autres réserves fourragères (ensilages d'herbe, pailles de canne à sucre, choux de canne, bagasse).

Cependant, les contraintes agronomiques locales sont fortes du fait de l'irrégularité des pluies dans l'espace et dans le temps, et de la présence de maladies des végétaux (helminthosporioses, rouilles dans les Hauts et viroses dans les Bas). Pour lever ces contraintes, le CIRAD a entrepris des travaux de sélection variétale et de productions d'hybrides résistants. Parallèlement à ces travaux agronomiques, les éleveurs qui ont bénéficié des essais ont pu utiliser l'ensilage de maïs dans les rations de leurs animaux (vaches laitières et taurillons). Cependant, les faibles surfaces disponibles n'autorisent pas une culture importante de ce fourrage et les quantités distribuées sont limitées. Peu de références existent sur ces conditions d'utilisation, qui plus est avec des variétés tropicales.

L'objectif du stage est d'évaluer la place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins. Le premier volet consiste à cerner les principales difficultés et les résultats obtenus à travers une enquête menée auprès d'éleveurs ayant réalisé de l'ensilage de maïs depuis 1995. L'estimation des coûts de production du maïs ensilage est ensuite réalisée grâce au suivi d'exploitations de niveaux de mécanisation différents. A travers un suivi zootechnique d'exploitations laitières et d'un atelier d'engraissement, le troisième volet du stage vise à évaluer l'effet de l'introduction de l'ensilage de maïs dans la ration des animaux et à dresser un bilan mettant en relation les performances de production et la ration. La dernière partie consiste à déterminer la valeur alimentaire de certaines variétés tropicales de maïs.

**PRESENTATION  
GENERALE**

## **PRESENTATION GENERALE**

### **1. Situation géographique et climatique**

#### **1.1 Situation géographique**

En plein océan indien, par 21° de latitude sud et 55° de longitude est, la Réunion est située à 200 kilomètres au nord du Tropique du Capricorne, à 800 kilomètres à l'est de Madagascar et à 200 kilomètres à l'ouest de l'île Maurice (Lavaux, 1998). Elle forme avec les îles Maurice et Rodrigues, l'archipel des Mascareignes. C'est une île volcanique, surgie des flots il y a un peu plus de deux millions d'années, ayant une superficie de 2 512 km<sup>2</sup> et culminant à 3 069 m au Piton des Neiges. Elle possède un volcan en activité, le Piton de la Fournaise (2 631 m).

#### **1.2 Climat**

Le climat tropical chaud et humide est tempéré par les alizés qui soufflent du sud-est. Pendant environ deux cents jours par an, les alizés soufflent en permanence de l'est, poussant les nuages vers les haut sommets où ils s'accrochent, entre 800 et 1 900 m d'altitude environ, de 10 heures du matin à 5 heures du soir. La brume se glisse en vastes nappes le long des parois pour couvrir les cirques et les ravines.

Deux saisons peuvent être distinguées. L'hiver austral, de mai à novembre, est la saison sèche et fraîche, fraîcheur due aux alizés. En cette saison, la température minimale est de 21°C dans les bas et peut être de -14°C au dessus de 2 000 m d'altitude. L'été austral, de décembre à avril, est la saison chaude et pluvieuse, avec une température moyenne de 27°C sur la côte et 17°C dans les hauts et atteignant rarement les 35°C. En cette saison, les basses pressions équatoriales, à air chaud et humide, se rapprochent en perturbant les alizés, engendrant de fortes précipitations et des vents violents avec la possibilité d'évolution en cyclones.

Deux parties sont distinctes sur l'île : la partie est, humide, dite « au vent », par son exposition permanente aux alizés, et la deuxième partie, la côte ouest, dite « sous le vent », se trouvant protégée des vents provenant de l'ouest par le relief élevé, et où la saison sèche est très marquée.

### **2. Activités agricoles et surfaces**

La surface agricole utilisée (SAU) était de l'ordre de 42 900 ha en 1997, réparties sur environ 10 970 exploitations. Les activités agricoles, avec une dominance des plantations de canne à sucre, occupent une proportion d'environ 59 % des SAU (25 600 ha). L'activité sucrière, occupe la bande de 0 à 500 m d'altitude pour le nord, l'est et le sud, et, la bande de 300 à 1 000 m d'altitude à l'ouest. Viennent ensuite les surfaces pâturables avec une occupation d'environ 22 % (9 300 ha). Localisées au dessus de 1 000 à 1 200 m d'altitude, les prairies sont distinguées en prairies naturelles (ou plutôt spontanées) avec une dominance des espèces de graminées introduites comme la flouve (*Anthoxanthum odoratum*) (Blanfort, 1998), et en prairies plantées, que sont les prairies de Kikuyu (à moins de 1 200 m).

### 3. La filière viande bovine à la Réunion

#### 3.1 Production de la viande bovine

En 1997, la production de viande des bovins était de l'ordre de 1 258 tonnes, comprenant la production des gros bovins et des veaux de boucherie (ODEADOM, 1998). La majeure partie de cette production (73 %) est détenue par la SICA REVIA avec la production de 896 tonnes équivalent carcasse de gros bovins et de 19,7 tonnes équivalent carcasse de veaux de boucherie. La même année, 2 038 tonnes de viande de bœuf étaient importées contre 2 017 tonnes en 1996. La provenance de ces importations était essentiellement les pays ACP de la zone océan indien principalement (Botswana, Swaziland et Madagascar) avec une part de 63 %, l'autre part étant de provenance de France métropolitaine. En somme, 75 % de la viande bovine consommée sur l'île est importée.

#### 3.2 Activités de la SICA REVIA

Ce groupement compte 171 adhérents qui détiennent 64 % du cheptel (ODEADOM, 1998). Parmi ces éleveurs, 95 sont naisseurs et détiennent 3 500 vaches allaitantes (en moyenne 37 vaches par exploitation sur 38 ha). Cependant, la production à partir des bovins nés à la Réunion a augmenté suite à l'arrêt de l'importation de bovins maigres en 1992.

Sur le plan économique, le rôle du groupement est d'assurer la maîtrise des différents marchés via la stabilité des prix de la viande et le négoce des animaux reproducteurs, dans un but d'améliorer et de soutenir la production de viande bovine de l'île.

Afin de développer la filière bovine de l'île, le groupement bénéficie de l'appui des partenaires agissant en amont de la filière :

- les partenaires financiers institutionnels : union Européenne, l'Etat et les instances régionales (Région REUNION) ;
- l'interprofession : L'ARIBEV (Association Réunionnaise Interprofessionnelle du Bétail et des Viandes) et plus particulièrement le FODEBO (Fond de développement de l'Elevage Bovin) ;
- les structures professionnelles : l'Etablissement Départemental de l'Elevage ; le Groupement Régional de Défense Sanitaire du Bétail de la Réunion et la Fédération Réunionnaise des Coopératives Agricoles ;
- les Associations Foncières Pastorales (regroupées au sein de l'UAFP) qui font œuvre au niveau de la création de prairies, leur utilisation et leur valorisation ;
- le CIRAD-Elevage dans le cadre de la recherche, de l'expérimentation et de l'exploitation des résultats acquis ;
- les services publics : DAF, DSV ;
- les organismes bancaires ;
- les structures coopératives (URCOOPA et coopératives d'approvisionnement) et privées (PROVAL) ;
- la SEDAEL qui a permis l'approvisionnement en animaux reproducteurs (mâles plus particulièrement) de bonne qualité et qui ainsi a pu initier une politique d'amélioration génétique indispensable au développement de la filière.

## **4. La filière lait à la Réunion**

### **4.1 Evolution de la production laitière et perspectives**

En 1998, la production laitière de l'île, estimée d'après les collectes effectuées par la SICA-lait, était de l'ordre de 15,2 millions de litres, soit une augmentation de 9 % par rapport à la production de l'année précédente. Cependant les perspectives de production ont été fixées à 20 millions de litres en l'an 2000 (SICALAIT, 1998).

### **4.2 Activités de la SICA lait**

Société d'intérêt collectif agricole, la SICA lait a été créée en 1962. Son rôle se limitait à la collecte du lait, sa transformation et sa commercialisation.

Actuellement, l'une des actions de la SICA lait est l'organisation des importations de génisses pleines. De plus, elle détient un atelier spécialisé d'élevage des génisses futures productrices. Cet élevage, vise à aider les éleveurs pour le renouvellement de leur cheptel laitier. Ces génisses sont essentiellement achetées à l'âge de un mois à des exploitations laitières. Actuellement, avec la saturation de l'atelier, les veaux femelles ne sont collectés qu'auprès des exploitations actives depuis moins de cinq ans et dont le nombre de vaches ne dépasse pas 25. Pour les autres exploitations seulement 30 % des veaux femelles sont collectés.

### **4.3 Caractéristiques des exploitations laitières de l'île**

Les producteurs laitiers professionnels se comptent au nombre de 90 sur les 150 éleveurs recensés lors des contrôles laitiers effectués par l'EDE. Les exploitations laitières à la Réunion sont de petite taille, et les possibilités de leur agrandissement sont restreintes par la forte pression foncière. En moyenne, les exploitations comptent 28 vaches laitières et supportent de ce fait des chargements importants. Les potentiels productifs des troupeaux laitiers sont assurés par les productions fourragères, celles-ci étant permises par le climat typique de l'île. De plus, la prise en charge par la SICA lait, des génisses futures productrices issues des fermes laitières assure la disponibilité des fourrages pour les vaches en production. La Prim'Holstein représente la race prédominante du cheptel laitier réunionnais. Elle représente 95 % des races laitières.

### **4.4 Alimentation des vaches laitières**

Le potentiel fourrager de l'île est important. L'assolement, composé de graminées tropicales mais aussi tempérées, est important. Les pluies, fréquentes dans les zones d'élevage laitier constituent une contrainte pour leur récolte. Cependant, l'intégration des procédés de conservation et de stockage des fourrages sous forme d'ensilage en balles rondes enrubannées (EBRE), permettent l'utilisation des fourrages à bon escient. Les apports fourragers sont également constitués de foin de *Chloris* produit dans les bas de l'île, ainsi que les sous-produits de l'industrie cannière (la paille de canne et la bagasse).

La part des aliments concentrés dans la ration des vaches laitières est importante (+50 % de la ration). Ceux-ci couvrent les besoins de production, voire une part des besoins d'entretien.

## *Contexte de l'étude et objectifs du stage*

Les travaux menés par le CIRAD-élevage dans le cadre de l'opération : « efficacité des systèmes d'alimentation », consistent à définir les utilisations fourragères dans les élevages bovins de l'île. Les utilisations fourragères, dont la qualité et les quantités des fourrages sont conditionnés par les caractéristiques climatiques de l'île, incitent à des complémentations différentes. Les conditions climatiques, la gestion des ressources fourragères et les pratiques de rationnement et d'utilisation des composantes des régimes sont des éléments de variation importants pour la valorisation des ressources alimentaires.

De ce fait, l'opération consiste en la recherche d'une adéquation entre les besoins de production et les apports de fourrages et de concentrés, par détermination de la valeur alimentaire des principaux fourrages utilisés. L'objectif à terme, est la mise en place de rationnements plus cohérents en rapport avec la qualité des fourrages utilisés.

Par ailleurs, l'opération consiste à déterminer les contraintes et les avantages de l'utilisation de l'ensilage de maïs dans les élevages bovins (engraisseurs et laitiers), et donc de définir les limites d'utilisation de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins à l'île de la Réunion.

Sur le plan agronomique de la culture du maïs, l'opération : « Sélection et vulgarisation de cultivars de maïs améliorés pour la production d'ensilage à la Réunion » menée par l'équipe Maïs du CIRAD (CIRAD-CA), consiste en la réalisation de tests variétaux de maïs en grandes parcelles chez les éleveurs. Il s'agit dans ce contexte, de sélectionner les cultivars tropicaux performants et adaptés aux conditions agro-climatiques et parasitaires de l'île. Ces tests en grandes parcelles ont pour objectif, la vulgarisation et l'information de la production du maïs pour l'ensilage à la Réunion.

Devant l'avancée des travaux de sélection variétale et les conditions d'utilisation de l'ensilage de maïs en élevages bovins, le CIRAD a considéré nécessaire de faire un point sur ce produit et son mode d'utilisation en dégagant les avantages et les contraintes de cette culture en alimentation.

L'étude se découpera en quatre volets. Le premier consiste à effectuer une enquête sur les conditions de culture, d'utilisation, les avantages et les contraintes ainsi que l'opinion des éleveurs utilisateurs. Ensuite, un bilan des résultats zootechniques observés en exploitations laitières et en ateliers d'engraissement sera effectué. L'utilisation de l'ensilage de maïs dans des conditions optimales fera l'objet d'un suivi précis, réalisé dans une exploitation laitière et en atelier d'engraissement, pour lesquels une approche économique sommaire sera dégagée. Enfin, la détermination de la composition chimique et de la valeur alimentaire de différentes variétés de maïs constitueront le dernier volet de cette étude.

**MATERIELS  
ET  
METHODES**



## **MATERIELS ET METHODES**

### **1. Enquêtes auprès des éleveurs ayant pratiqué et/ou pratiquant toujours de l'ensilage de maïs**

L'enquête a été menée auprès de 24 éleveurs de spécialités différentes : naisseurs et/ou engraisseur et laitiers. Ces derniers ont déjà réalisé de l'ensilage de maïs depuis 1995. Cette enquête, visait à faire ressortir les informations suivantes :

- les raisons de l'utilisation de l'ensilage,
- les conditions de réalisation de la culture,
- les conditions de récolte,
- les résultats obtenus quant à l'utilisation du maïs en ensilage dans l'alimentation des bovins,
- l'encadrement technique aux différentes étapes,
- les avantages et les inconvénients identifiés aux différentes étapes,
- les raisons de l'arrêt ou de la poursuite de la culture.

Le questionnaire est présenté en annexe 1. Etant donné le nombre limité d'éleveurs questionnés (24) sur les pratiques de l'ensilage de maïs, aucun traitement statistique n'a été appliqué et les résultats ne sont traités que sous forme de chiffres bruts ou de conclusions synthétiques.

### **2. Suivis des chantiers d'ensilages**

Trois chantiers de récolte de maïs utilisés en ensilage ont pu être suivis chez différents éleveurs. Dans les trois situations, la récolte était mécanisée. Le temps de travail pour la récolte et la mise en place d'un silo, l'effectif de la main-d'œuvre et le matériel mis à disposition ont été enregistrés.

### **3. Estimation du coût du maïs ensilage**

L'estimation du coût du kg MS d'ensilage de maïs a été établie dans trois cas de figures différents, en fonction de la situation géographique et de la mécanisation :

- Dans un premier cas de figure, la culture du maïs a été réalisée à une altitude de 800 m, dans une zone non irriguée (hauts de l'île). Toutes les opérations de mise en culture et de récolte du maïs étaient entièrement mécanisées.
- Dans une deuxième situation, le maïs a été cultivé à 150 m d'altitude dans une zone irriguée. Comme pour le cas précédent, toutes les opérations étaient effectuées mécaniquement.
- Dans une troisième situation, toutes les opérations ont été effectuées manuellement sauf le broyage. Dans ce dernier cas, le maïs est cultivé à 300 m d'altitude et n'est pas irrigué.

Le coût de revient du maïs ensilage a été estimé par l'évaluation des dépenses réalisées lors de toutes les opérations de mise en culture, d'entretien, de récolte et de mise en silo.

## 4. Suivis zootechniques

### 4.1 En atelier d'engraissement

#### 4.1.1 Présentation de l'exploitation

Située au sud de l'île (Saint Pierre), l'exploitation compte une surface globale de 20 ha. Celle-ci est répartie en deux surfaces, une première (75 % de l'exploitation) constituée de la plantation de canne à sucre, la deuxième se trouvant à une altitude de 150 m, intégrant la culture de *Chloris gayana* pour la production de foin et de maïs, et un atelier d'engraissement comptant un effectif permanent de 28 taurillons. Le troupeau est constitué de taurillons issus de croisements à des proportions variables entre la race Limousine, prédominante, et différentes autres races.

#### 4.1.2 Intégration de la culture de maïs

Les premières cultures de maïs ont été mises en place en remplacement de parcelles de canne à sucre. Les surfaces cultivées étaient de 2 hectares. Généralement, trois récoltes d'une même parcelle sont réalisées par an.

A partir de cette année (1999), le maïs remplace environ 18 300 m<sup>2</sup> des trois hectares de *Chloris gayana* de l'exploitation. Cette surface se trouve divisée en deux parcelles, de 12510 m<sup>2</sup> et 5 790 m<sup>2</sup>.

#### 4.1.3 Mise en place des silos

Les mesures d'ingestion ont été effectuées lors de la distribution de l'ensilage de maïs, celui-ci étant conservé dans quatre silos. Les deux premiers silos couloirs ont été remplis par la récolte effectuée le 21 décembre 1998. Le troisième silo couloir a été rempli par la récolte du jour suivant les deux premiers (22 décembre). Un quatrième silo, de type « taupinière », a été réalisé lors d'une récolte effectuée 56 jours après (16 février 1999). Les silos couloirs sont de petite taille et de mêmes dimensions : 4 m de large, 1,50 de haut et 6,50 de long. Seul le silo « taupinière » a des dimensions différentes : 0,80 m de hauteur, 9,50 de longueur et 6 m de largeur. Ce dernier silo a été réalisé sur une surface en terre battue. L'isolation du fourrage de la terre est assurée par une bâche.

#### 4.1.4 Caractéristiques des fourrages distribués aux taurillons

##### \* *Chloris gayana*

Ce fourrage est récolté généralement avant épiaison, préfané sur la parcelle et ramassé sous forme de bottes parallélépipédiques et stockées dans un hangar. Les aléas climatiques intervenant parfois au moment du préfannage, l'éleveur se trouvant alors contraint de ramasser un foin légèrement humide. Dans ces conditions, lors du stockage, les moisissures se développent ce qui diminue la qualité du foin. Les valeurs alimentaires du foin sont indiquées dans le tableau 1.

##### \* Maïs ensilage

Le maïs est récolté généralement après 100 jours de végétation, au stade pâteux dur et à une teneur en matière sèche variable. Dans le cas du remplissage des trois silos couloirs, la teneur en matière sèche du maïs était de 30 % MS, alors qu'elle était de 26,6 % dans le cas du silo « taupinière ». La durée de conservation de l'ensilage a été variable selon l'utilisation des silos. La distribution de l'ensilage de maïs du premier silo a été commencée après 57 jours de

conservation, les autres silos étant ouverts successivement après épuisement du précédent, soit après 86, 122 et 157 jours de conservation.

#### 4.1.5 Distribution des composants de la ration journalière

Le maïs ensilage n'est distribué qu'une fois par jour après desilage, effectué tôt le matin, et après ingestion totale de la première ration de concentré de la journée. L'urée (complémentation azotée) est mélangée et distribuée en même temps que l'ensilage de maïs. Le foin est distribué au moins trois fois par jour, et en faibles quantités pour les lots recevant de l'ensilage. La distribution du foin est fractionnée en raison des petites dimensions des auges. En revanche, la distribution du concentré de production et du complexe minéral s'effectue trois fois par jour (matin, midi et soir).

#### 4.1.6 Etablissement des rations fourragères et complémentation

Les rations des taurillons sont établies, sur la base des besoins d'entretien et des objectifs de croissance des races bovines à viande recommandés par les tables de l'INRA (1978). Les rations de base disponibles étant le maïs ensilage, le foin de *Chloris*, auquel s'ajoute le concentré de production (tableau 1) choisi par l'éleveur, la ration journalière proposée est équilibrée.

La correction azotée de la ration est effectuée par un apport d'urée, et, la complémentation minérale est assurée par un apport journalier d'un complément minéral et de pierres à lécher mises à disposition en permanence.

#### 4.1.7 Mesures des quantités de fourrages ingérées et fréquence

Sur une période de 5 mois, 8 séries de mesures d'ingestion sont effectuées. Chaque série de mesures s'étale sur 4 jours consécutifs. Les quantités de fourrages distribuées sont pesées tous les jours, ainsi que les refus (le lendemain matin).

Les rations complémentaires (urée, concentré et complément minéral) ont été pesées et étalonnées lors de la mise en place du suivi.

Les jours de pesées des rations fourragères, au cours du desilage, un échantillon d'ensilage est prélevé à partir de la fraction dessilée. De même un échantillon des refus est prélevé dans chaque auge correspondant à un lot de taurillon. Pour le foin, un échantillon est prélevé sur l'ensemble des bottes, distribuées à l'ensemble des lots.

Les échantillons sont ensuite pesés et stockés à une température de -18°C. Les prélèvements sont séchés dans une étuve à une température de 60 °C pendant 72 heures, permettant ainsi de déterminer les teneurs en matière sèche des fourrages.

#### 4.1.8 Détermination de la valeur nutritive des composants de la ration

Lors de chaque mise en silo du maïs, des échantillons sont prélevés. Ceux-ci sont séchés à l'étuve (60°C pendant 72 heures). Le produit sec obtenu est ensuite broyé et envoyé au laboratoire d'analyses du CIRAD à Saint Denis, afin de mesurer les teneurs en matières minérales (MM), en cellulose brute (CB), en amidon et en azote, ainsi que la dégradabilité *in vitro* de la matière organique (MO) mesurée par la méthode de Aufrère *et al.* (1983). La digestibilité de la matière organique (DMO), ainsi que la valeur énergétique du maïs dans chaque silo est estimé par application de l'équation de prédiction M4 de la valeur alimentaire du maïs (Andrieu, 1995). Les valeurs PDI sont également déterminées sur la base des équations de Andrieu et Demarquilly (1988). Les mêmes analyses sont effectuées sur les échantillons de foin (sauf l'amidon).

tableau 1. Valeurs alimentaires moyenne du foin de *Chloris* et du concentré de production (Toniforme)

	UFV	PDIN	PDIE	P	Ca	Mg
Foin de <i>Chloris</i>	0,50	74	76	2	3	
Toniforme	0,90	130	127	5	10	3

#### 4.1.9 Lots de taurillons

Au début de son utilisation dans la ration (à partir du premier silo au 16 février 1999), la distribution de l'ensilage de maïs concernait les cinq lots de taurillons présents dans l'étable. Les lots sont identifiés selon leur date d'entrée à l'atelier respectivement en lot *a*, lot *b*, lot *c*, lot *d* et lot *e*

A la sortie du premier lot (lot *a*), 70 jours après le début des mesures, la distribution de l'ensilage ne concernait que les quatre lots restants (lots *b*, *c*, *d* et *e*). Une rupture de stock de maïs en attendant une prochaine récolte ayant été prévue, les lots de taurillons les plus jeunes (*d* et *e*) n'ont plus disposé d'ensilage du dernier silo (taupinière) au profit des lots en finition.

#### 4.2 Suivis d'utilisation de l'ensilage de maïs en élevage laitiers

Un suivi d'utilisation de l'ensilage de maïs a été effectué pour quatre exploitations laitières, mais sur des années différentes. Ces élevages laitiers, situés dans les hauts de la Réunion, sont indiqués par un codage :

- l'exploitation AR, située à 1 100 m d'altitude à la Plaine des Palmistes, suivie entre 1994 et 1995. Deux suivis sont effectués, sur l'utilisation de deux silos d'ensilage, à deux périodes différentes. Les vaches laitières sont conduites sur pâturage (surface très limitée) et reçoivent du foin de *Chloris* comme fourrage de base.
- l'exploitation BE, située à 1 100 m d'altitude sur la région de Trois Bassins (commune de St Leu), suivie entre 1997 et 1998. Les vaches sont conduites sur pâturage permanent de Kikuyu.
- l'exploitation BI, située à 1 100 m d'altitude sur la commune du Tampon, suivie en 1997. Les vaches laitières reçoivent de l'ensilage d'herbe en balles rondes enrubannées (EBRE) et sont conduites au pâturage.
- l'exploitation BJ, située à 1 100 m d'altitude sur la commune de la Plaine des Cafres, suivie en 1998. Dans ce dernier cas, les vaches reçoivent de l'ensilage d'herbe et sont conduites au pâturage.

Les suivis effectués ont porté en premier lieu, sur la pratique de l'ensilage de maïs, considérée lors de la récolte et de la mise en silo. Ainsi, la qualité du maïs récolté est déterminée par le suivi des pratiques lors des chantiers d'ensilage, et sa valeur alimentaire est prédite par l'analyse du fourrage. Parallèlement, le semis de plusieurs variétés de maïs sur une même parcelle est effectué, dans un but d'étudier l'aptitude de chacune à maintenir une bonne végétation et la possibilité de l'aboutissement à de bons rendements dans les conditions locales. De plus ces essais ont pour objectif de déterminer la composition chimique et la valeur nutritive de chaque variété plantée dans les mêmes conditions.

Le second volet de l'essai a porté sur les quantités d'ensilage offertes aux vaches laitières et leurs proportions dans le fourrage de base, de même que les quantités de concentrés distribués. En même temps, le suivi zootechnique des vaches en lactation est mis en œuvre, afin de cerner l'effet de l'apport du maïs ensilage sur les niveaux de productions laitières.

##### 4.2.1 Protocole de suivis dans les exploitations laitières

###### 4.2.1.1 Cas de l'exploitation AR

###### 4.2.1.1.1 Composition de la ration journalière et modalité de distribution

Au cours de l'expérimentation, les vaches laitières ont disposé d'une ration journalière comportant de l'ensilage de maïs, du foin de *Chloris gayana*, des concentrés, un complexe minéral (280 g/VL) et 60 g de carbonate de calcium. Les concentrés sont composés :

- \* de mélasse
- \* d'un mélange maïs/soja à des proportions respectives de 75 et 25 % (75/25)
- \* de tourteaux de soja, à teneur en matières azotées totales (MAT) variable (entre 44 et 46 %)
- \* d'un concentré de production (VL 18) à 0,96 UFL/kg brut.

Les vaches disposent de cette ration deux fois par jour au moment de la traite, qui dure en général entre 1h à 1 h30. Les vaches laitières y reçoivent du foin à volonté et 1 kg de mélasse par animal. A la fin de la traite, le foin est écarté et la distribution des concentrés puis de l'ensilage de maïs est effectuée. Une fois le maïs et les concentrés consommés, le foin est remis à la consommation en attendant le passage au pâturage. Les animaux sont conduits au pâturage à partir de 9 heures du matin, où ils restent jusqu'à la traite du soir, effectuée entre 15 et 16 heures. Après la dernière traite de la journée, les vaches restent en stabulation. Ne disposant pas d'eau au moment du pâturage, les vaches ne peuvent s'abreuver qu'à l'étable.

#### 4.2.1.1.2 Mesures d'ingestion

Les pesées de la ration de base distribuée, sont effectuées sur deux jours consécutifs (j1 et j2). Le desilage s'effectue le matin pour la distribution du soir et du lendemain matin. Cependant, seules les quantités distribuées le matin sont pesées. Pour la distribution du soir, l'éleveur notait le nombre de brouettes distribuées. Ayant une estimation de la quantité de maïs contenue par une brouette, une quantité moyenne de maïs distribuée le soir est évaluée. L'addition des quantités des deux distributions, donne la quantité de maïs dont disposent les vaches dans une ration journalière. Distribué en quantités limitées, le maïs ensilage ne présente pas de refus.

La quantité journalière de foin est estimée à partir de la pesée des bottes effectuée le matin et du nombre de bottes de foin distribuées le soir, les refus n'étant pesés que le lendemain de la distribution (en j3 et j4).

Au cours de l'expérimentation, des échantillons de maïs et de foin distribués, ainsi que des échantillons de refus de foin, sont prélevés. Ces échantillons sont établis dans le but d'estimer la teneur en MS des fourrages distribués et des refus.

#### 4.2.1.2 Protocole des mesures effectuées dans les autres élevages laitiers (BI, BJ et BE)

##### 4.2.1.2.1 Mesures d'ingestion et prises d'échantillons

Dans les trois dernières exploitations laitières, le maïs ensilage est pesé une fois par semaine. Les autres jours, les quantités distribuées sont estimées par notation quotidienne par l'éleveur du nombre de brouettes ou de paniers déversés dans les auges. Il en est de même pour les autres fourrages et le concentré. La présence ou non de refus de fourrage est également noté par l'éleveur.

Lors de chaque passage dans les exploitations, un échantillon de chaque fourrage est prélevé pour déterminer sa teneur en matière sèche.

Les quantités moyennes ingérées par les vaches sur pâturage et la qualité de l'herbe sont également estimées. Selon les exploitations, les pâturages sont exploités en rotation de plusieurs parcelles, ou bien au fil. Au cours de chaque passage dans l'exploitation et avant le

début du pâturage, sont notés la surface de la parcelle (identifiée) et l'âge des repousses. Des échantillons sont également prélevés, afin de déterminer la teneur en MS de l'herbe.

#### **4.2.1.2.2 Analyses des fourrages et détermination des valeurs alimentaires**

A intervalles irréguliers et selon les situations, 2 à 3 échantillons de maïs ont été prélevés sur le front d'attaque, afin d'estimer l'évolution des caractères fermentaires de l'ensilage et de déterminer sa teneur en MS. Les prises d'échantillons d'autres fourrages, et des aliments complémentaires sont également effectuées. Il s'agit dans ce cas, de mesurer la teneur en MS des aliments et de déterminer la valeur alimentaire des fourrages.

#### **4.2.1.2.3 Durée des suivis**

Les suivis étaient prévus tout au long des périodes d'utilisation de l'ensilage de maïs. Cependant, dans certaines situation, des mesures d'ingestion et de performances productives ont été également réalisées avant et/ou après la phase d'alimentation à l'ensilage de maïs.

### **4.2.2 Enregistrements**

Au cours des suivis effectués dans les quatre exploitations, les informations suivantes ont été enregistrées :

- Dates de vêlage, numéro de lactation, et dates de tarissement
- Note d'état corporelle (NEC), attribuée mensuellement à chaque vache
- Résultats des contrôles laitiers de chaque vache laitière, effectués par l'EDE tous les 42 jours (+/- 5 jours)
- Production laitière du troupeau enregistrée chaque semaine au moment de la collecte du lait.

## 5. Caractérisation de la valeur nutritive des variétés de maïs

Dans le cadre de l'opération : « Sélection et vulgarisation de cultivars de maïs améliorés pour la production d'ensilage à la Réunion », chaque variété fait l'objet d'un prélèvement au moment de l'ensilage pour déterminer la teneur en matière sèche et pour analyser la matière minérale (MM), l'azote total (N total), la cellulose brute (CB), la digestibilité cellulosique de la matière organique (dCellMO) et l'amidon.

Par ailleurs, pour 6 variétés de maïs récoltées au mois de juin (1999), trois jours avant le début de la récolte, dix plants de chaque variété ont été prélevés dans chaque parcelle. Toutes les parcelles se trouvaient au même endroit à 300 m d'altitude. Les 6 variétés considérées sont : SC621, SC707, IR6117, IRAT340, PAN6195 et PAN6191. Toutes les variétés ont été récoltées au même stade (pâteux dur).

Pour chaque plant de maïs identifié pour une variété donnée, les organes végétatifs (feuille, épi et tige) ont été séparés. Chaque partie de la plante a été pesée puis séchée séparément dans une étuve à 60°C pendant 72 heures. Une fois séchés, les épis ont été séparés de leurs grains et pesés.

Pour chaque plant de maïs, il a été ainsi déduit la proportion en matière sèche de chaque partie. Enfin, les organes de chaque plante ont été réunis et envoyés au laboratoire d'analyse, afin de déterminer les teneurs en amidon, cellulose brute (CB), matières minérales (MM) et en matières azotées totales (MAT). Il a été déterminé également la digestibilité cellulosique par la méthode de Aufrère *et al.* (1983). A partir de ces critères, il a été calculé la digestibilité de la matière organique (DMO), ainsi que les valeurs énergétiques : UFL et UFV. Ces critères ont été mesurés à partir des équations de prédiction de la valeur alimentaire du maïs ensilage, établies par le « Club Digestibilité » et corrigées par l'INRA. Parmi les quatre équations proposées pour chacun des trois critères recherchés (DMO, UFL et UFV), seulement trois ont été retenues. Il s'agit de :

- l'équation M1, considérant la teneur en matières azotées totales (MAT) et la teneur en cellulose brute.

- l'équation M3, considérant la teneur en MAT, la teneur en amidon (AMI) et la digestibilité cellulosique (DCS)

- l'équation M4, considérant la teneur en MAT et la DCS.



# RESULTATS

## **RESULTATS**

### **1. Restitution des enquêtes**

#### **1.1 Raisons incitatives à l'utilisation de l'ensilage de maïs**

Dans la majorité des cas (54 % des éleveurs), l'ensilage de maïs a été pratiqué à l'initiative des éleveurs. Pour les autres, la proposition des organismes de développement et d'encadrement des éleveurs, a incité à la pratique.

Pour certains, la connaissance de ce fourrage hautement énergétique a été surtout acquise lors de déplacements en France métropolitaine et lors de visites d'exploitations agricoles pratiquant l'ensilage de maïs pour leurs élevages bovins. De plus, les avantages apportés par l'ensilage ont été constatés, en particulier la facilité de distribution du fourrage favorisant un gain dans le temps de travail et la baisse des quantités de concentrés distribués.

Pour d'autres, c'est l'appui technique du CIRAD (5 éleveurs), de l'EDE ou de l'AFP qui a été déterminant pour le choix de ce fourrage. Ces organismes interviennent dans toutes les étapes, depuis la mise en culture jusqu'à la mise en silo et dans certains cas, effectuent des suivis de performances des animaux. Un certain nombre d'éleveurs a également réalisé de l'ensilage de maïs dans le cadre d'essais variétaux effectués après proposition du CIRAD.

Les raisons avancées par les éleveurs quant à leur choix de réaliser de l'ensilage de maïs sont diverses. En plus de sa valeur énergétique, le but est surtout de constituer un stock fourrager de bonne qualité en particulier lors de déficits fourragers. Ceci est surtout valable pour les éleveurs laitiers des hauts de l'île, dont la ration fourragère de base était constituée de kikuyu sur prairies ou d'ensilage de balles rondes.

Pour les éleveurs engraisseurs, l'ensilage de maïs a été choisi essentiellement dans le but de réaliser des croûts considérables des taurillons au travers d'un fourrage de qualité.

#### **1.2 Surfaces et années de culture du maïs**

Les surfaces globales cultivées en maïs pour l'utilisation en ensilage sont illustrées dans le tableau 2, en fonction de la spécialité des éleveurs et des années.

Sept éleveurs ont cultivé du maïs sur une superficie de 0,5 ha. Parmi eux, trois ont réalisé pour la première fois de l'ensilage de maïs entre 1998 et 1999. Pour certains, il s'agissait probablement de réaliser des essais les premières années. Ces surfaces cultivées en maïs viennent surtout en remplacement d'autres cultures. L'agrandissement des surfaces cultivées en maïs n'a en effet pas été fréquent, sauf dans le cas d'un éleveur ayant cultivé une surface de 0,5 ha en 1998 puis de 4,5 ha en 1999. En outre, un deuxième éleveur a cultivé 1 ha en 1997 mais a arrêté ensuite. La culture du maïs pour cette éleveur a démarré en 1994.

Le démarrage de la culture de maïs sur une surface comprise entre 1 et 2 ha a concerné 11 éleveurs, dont trois entre 1998 et 1999. Des surfaces plus grandes, comprises entre 2 et 3 ha, n'ont concerné que 5 éleveurs parmi lesquels deux ont arrêté. L'un d'eux a réalisé du maïs sur une surface de 6 ha en 1996 puis sur 2,5 ha en 1997 (dernière année de réalisation).

Enfin la culture du maïs sur des surfaces comprises entre 4 et 6 ha, n'a été réalisée que dans trois situations.

Seuls 5 éleveurs ont démarré la pratique de l'ensilage de maïs en 1995, 4 l'ont effectuée jusqu'à l'année en cours, et un l'a réalisée pour la dernière fois en 1997. Dix éleveurs n'ont commencé qu'entre 1998 et 1999.

tableau 2. Répartition des 25 éleveurs enquêtés, en fonction de leur spécialité, des années, des surfaces exploitées en maïs pour l'ensilage

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Engraisseurs</b>					
Nombre d'éleveurs enquêtés	9				
Nombre d'éleveurs	1	4	4	6	5
Surfaces cultivées (en ha)	2	7,7	5,2	8	8,5
<b>Naisseur</b>					
Nombre d'éleveurs enquêtés	6				
Nombre d'éleveurs	0	0	1	4	2
Surfaces cultivées (en ha)	0	0	2	5,3	6,5
<b>Laitiers</b>					
Nombre d'éleveurs enquêtés	10				
Nombre d'éleveurs	5	5	8	5	5
Surfaces cultivées (en ha)	9	14,5	16,25	12,5	11

### **1.3 Conditions et pratiques culturelles**

#### **1.3.1 Mécanisation**

Vingt et un éleveurs ayant cultivé du maïs ont été mécanisés pour la récolte et le semis. Cependant, le matériel utilisé n'est pas forcément la possession individuelle de chaque éleveur. En effet, la plupart des éleveurs s'entraide pour l'utilisation du matériel, en particulier lors des opérations de récolte. Seul un éleveur pratique le semis à l'aide d'un semoir lui appartenant, l'opération de récolte étant effectuée manuellement. Deux éleveurs pratiquent toutes les opérations de semis et de récolte manuellement : seule l'ensileuse est utilisée mais un seul des deux éleveurs en est propriétaire. La non mécanisation de ces deux éleveurs est essentiellement due à la topographie des parcelles difficiles d'accès pour les engins agricoles.

#### **1.3.2 Mécanisation préférentielle**

A la question « Quelle mécanisation souhaiteriez-vous et sous quelle forme ? », 7 éleveurs répondent préférer posséder leur propre équipement, mais un seul a acquis un matériel complet. Cinq éleveurs préfèrent la mécanisation en entraide. Quant aux autres, avoir du matériel sous forme de CUMA ou d'entreprise est la solution.

#### **1.3.3 Irrigation de la culture du maïs**

Seulement 5 exploitants irriguent leurs cultures, y compris le maïs, car ils se trouvent dans des zones irrigables des Bas ; les autres, pour la plupart des éleveurs laitiers, se trouvent dans les hauts de l'île, zones non irriguées.

#### **1.3.4 Précédents cultureux**

Les cultures de maïs ont été réalisées, soit sur des terrains en friche, soit en remplacement de certaines cultures de maraîchage, de prairies de kikuyu, de *Chloris*, de canne fourragère ou de canne à sucre. Cependant, dans un cas, le maïs a été cultivé en rotation avec diverses cultures (*Chloris*, canne à sucre, et prairies de kikuyu).

#### **1.3.5 Fertilisation**

Presque la totalité des éleveurs fertilisent les sols cultivés en maïs. L'épandage de fumier ou de lisier avant le semis n'est pas général (14 éleveurs). Quant à l'épandage de la fumure minérale, il intervient avant le semis ou au moment de la levée du maïs. Les engrais utilisés sont soit du N-P-K (15-12-24, 18-7-30 ou 30-10-10), soit de l'ammonitrate, soit une association des deux pratiquée par certains. De façon marginale, un éleveur pratique en supplément l'épandage de cendres de bagasse.

#### **1.3.6 Conditions de récolte du maïs**

Dans toutes les situations, le temps nécessaire pour la récolte d'une parcelle de 1 ha de maïs est de 8 heures soit une journée entière.

Si la récolte est effectuée manuellement, un nombre de 7 personnes est prévu pour la récolte d'un hectare par jour. Sinon le manque d'organisation, la difficulté d'accès dans certains endroits des parcelles, la taille du matériel (ensileuse mono-rang) et dans certain cas l'impossibilité de tout récolter mécaniquement entraînent tout de même une durée de travail très considérable.

### 1.3.7 Modalités de conservation de l'ensilage de maïs

Sur les 25 éleveurs, 2 seulement ont bâti des silos couloirs. Tous les autres préfèrent les silos de type « taupinière » mis en place sur une surface de terre battue. En général, les silos sont de petites dimensions, et on prévoit généralement un silo pour 1ha de maïs récolté. Dans les situations où les rendements sont faibles, un seul silo est réalisé pour la conservation du maïs récolté sur 2 à 3 hectares, voire plus.

La durée de conservation du maïs est variable selon les situations, mais on a enregistré une durée minimale de 15 jours. Par ailleurs, la durée de conservation optimale est de l'ordre de 1 mois mais peut aller jusqu'à 6 mois. Il existe des situations où le maïs n'est pas conservé en ensilage, mais est plutôt distribué sous forme fraîche (en vert). Cette pratique est réalisée pour cause de sécheresse ou, dans certains cas, en raison de la petite taille et de la dispersion des parcelles.

### 1.4 Intégration de l'ensilage de maïs dans les régimes des bovins

Dans les élevages laitiers, l'apport de l'ensilage de maïs intervient généralement alors que la ration fourragère de base ne change pas. Cependant, l'apport du maïs vient en complément fourrager, ou constituant une substitution au pâturage dans les périodes où les repousses de l'herbe sur les pâturages sont ralenties. Les mêmes pratiques sont réalisées par les éleveurs naisseurs et par la plupart des éleveurs engraisseurs.

Le changement de fourrage est pratiqué par deux éleveurs engraisseurs. Dans la première situation, l'apport de l'ensilage de maïs vient en remplacement de la canne fourragère (*Pennisetum purpureum*) en phase de finition d'engraissement des taurillons. Dans la deuxième, l'éleveur alimentait ses taurillons au *Chloris* en vert avant l'utilisation de l'ensilage de maïs, mais a continué à distribuer ce même fourrage en foin après. Cependant, les éleveurs estiment qu'aucune économie de fourrage n'est réalisée malgré un apport de l'ensilage de maïs, et la distribution du *Chloris* en foin est préférable, car elle permet la constitution d'un stock sans qu'il n'y ait de pertes considérables.

L'apport de l'ensilage de maïs s'est effectué généralement avec transition sur une période de 2 à 3 semaines. Les éleveurs ne réalisant pas de transition sont au nombre de 7, dont 4 sont des producteurs laitiers. Les quantités de maïs distribuées ne sont pas évaluées par les éleveurs, mais par descriptions approximatives des volumes apportés quotidiennement. Les quantités semblent être très limitées pour les vaches laitières. L'apport à volonté n'est décrit que par les éleveurs engraisseurs.

Les quantités de concentrés apportées lors de la distribution de l'ensilage de maïs ne baissent que pour les taurillons à l'engraissement. Le niveau de chute estimé par les éleveurs, varie de 0,5 à 2 kg de concentré de production par animal et par jour. En élevage laitier, aucune baisse d'apport de concentré n'a été signalée, à l'exception d'une exploitation.

### 1.5 Performances du troupeau enregistrées par les éleveurs

L'alimentation des taurillons à l'ensilage de maïs a permis l'obtention de gains de croissance supérieurs à ceux réalisés avec une alimentation basée sur d'autres fourrages (canne fourragère, *Chloris*). Cette augmentation de gains décrite par les éleveurs varie de 300 à 500 g par jour et par animal. Une meilleure qualité de la carcasse est également remarquée.

D'après les éleveurs allaitants (naisseurs), l'alimentation des mères à l'ensilage de maïs a pour intérêt principal, l'entretien de leur bon état corporel.

D'après certains éleveurs laitiers, l'apport de l'ensilage de maïs a entraîné une stabilité, voire une légère amélioration, de la production. Pour d'autres, aucune amélioration n'a été remarquée, les productions journalières étant contrôlées par les niveaux quotidiens des tanks à lait. Néanmoins, tous les éleveurs estiment que, durant les périodes d'alimentation des vaches à l'ensilage de maïs, l'état d'engraissement des vaches en lactation s'améliore.

### **1.6 Estimation du coût de réalisation de l'ensilage de maïs**

Parmi tous les éleveurs, un seul a effectué un bilan des dépenses réalisées pour la mise en place de la culture du maïs, la réalisation de l'ensilage et des gains engendrés par les productions. Parmi les autres, deux éleveurs estiment que le bilan économique est positif sans pour autant l'avoir calculé et trois autres éleveurs estiment à faible coût la réalisation du maïs ensilage. Ces derniers ont invoqué les raisons suivantes :

- un éleveur produit sa propre semence, cultive une petite surface (0,5 ha) et utilise peu d'engrais ;
- un autre produit sa propre semence, récolte le maïs manuellement grâce au système d'entraide. La surface cultivée en maïs est toujours de l'ordre de 3 ha ;
- le dernier utilise des surfaces de l'ordre de 3 ha avec des rendements satisfaisants.

Les autres éleveurs estiment le coût du maïs élevé. Les raisons sont multiples : petite surface, coût de la mécanisation, frais de mise en place de la culture (semence, engrais, insecticide et désherbant), coût de la main d'œuvre et frais de mise en place des silos. Par ailleurs, dans certaines situations, les pertes de récolte ont été importantes, notamment lors de passages de cyclones.

### **1.7 Avantages et inconvénients de l'intégration de l'ensilage de maïs dans l'exploitation**

L'intérêt de l'utilisation de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins est variable selon les éleveurs. Pour tous, il s'agit de constituer un stock fourrager de bonne qualité et de haute valeur énergétique (but recherché). De plus, le mode de distribution contribue au gain de temps de travail sur l'exploitation.

Pour les éleveurs engraisseurs, le maïs ensilage permet une certaine économie d'utilisation des concentrés de production tout en assurant des gains de poids vif satisfaisants.

Les éleveurs laitiers estiment en majorité que, l'intégration de l'ensilage de maïs dans les rations journalières des vaches en lactation, contribue à un meilleur état corporel. Ceci est également remarqué par les éleveurs allaitants.

Quant aux inconvénients, le premier évoqué est le coût supplémentaire de déplacement, car le maïs est souvent cultivé sur des parcelles éloignées des exploitations. Le coût de mise en place et de récolte du maïs est encore accentué par une mobilisation d'une main d'œuvre importante, en particulier dans les cas où l'accès du matériel agricole dans les parcelles est difficile.

Lors de la phase végétative du maïs, les risques sont essentiellement d'ordre climatique, surtout pour les éleveurs des Hauts. Ce sont des risques liés aux cyclones et à la sécheresse, affectant en particulier les Hauts de l'île qui sont des zones non irriguées. Par conséquent, le positionnement des périodes de semis du maïs est rendu difficile.

En outre, la majeure partie des éleveurs n'a à sa disposition que les semoirs et l'ensileuse de l'AFP et du CIRAD, contribuant à un certain manque d'organisation quant à l'acquisition du matériel aux périodes propices à la culture et/ou à la récolte.

### **1.8 Conditions de poursuite et raison de l'arrêt de la pratique**

Dix éleveurs parmi les 25 ont commencé l'ensilage de maïs entre 1998 et 1999, auxquels s'ajoutent 7 éleveurs réalisant de l'ensilage de maïs plus ou moins régulièrement, depuis au moins 1995. A l'unanimité, ces 17 éleveurs veulent continuer la pratique de l'ensilage. Parmi les 8 éleveurs restants, 6 ont fait de l'ensilage à deux reprises sur des années différentes, et les 2 autres une seule fois en 1997.

Cependant, 9 éleveurs (parmi les 25), ont arrêté la pratique de l'ensilage, dont deux définitivement. Dans ces deux derniers cas, l'ensilage de maïs n'a été réalisé qu'une seule fois (en 1997). L'un des deux éleveurs s'est trouvé confronté aux risques cycloniques et le deuxième réalise de l'ensilage d'herbe en balles rondes enrubannées en grande quantités.

Les éleveurs ayant arrêté la pratique de l'ensilage de maïs se trouvent confrontés à certaines contraintes et ne peuvent redémarrer la pratique de l'ensilage que si certaines conditions sont réunies. Ces conditions sont dépendantes des situations des éleveurs. Pour ceux ne disposant que de petites surfaces, la reprise de l'ensilage ne pourra être effectuée que s'ils agrandissent leur terrain avec une possibilité éventuelle d'intégrer la culture du maïs dans la rotation. Pour les éleveurs des Hauts, la poursuite de la pratique de l'ensilage de maïs ne serait intéressante que si des réseaux d'irrigation ont été mis en place.

Une mécanisation appropriée, individuelle ou collective (CUMA), bien organisée, assurant de bonnes conditions de mise en place de la culture et de récolte est également une condition de la reprise de l'ensilage de maïs.

En outre, un éleveur (système allaitant) désire reprendre la pratique de l'ensilage seulement si un projet concernant la production laitière est envisageable.

## **2. Suivis des chantiers d'ensilage**

### **2.1 Cas de la première exploitation (exploitation A)**

Un premier chantier d'ensilage a été suivi le 05 mai 1999. La parcelle de maïs était située à 200 m d'altitude (St Louis), dans une zone irriguée. La surface totale plantée en maïs a été d'environ 3 hectares et seule la récolte effectuée le premier jour a été suivie. Au cours de cette journée, une surface d'environ 9 000 m<sup>2</sup> a été récoltée. La suite du chantier n'a été effectuée que cinq jours plus tard. Au cours du premier jour de récolte, deux tracteurs ont été disponibles, le premier étant attelé à une ensileuse mono-rang réalisant la fauche du maïs, et le deuxième tractant la remorque. En plus des deux conducteurs des engins agricoles, une troisième personne réalisait la coupe du maïs à la main dans les portions de la parcelle difficilement accessibles et le ramassage des plants non fauchés par l'ensileuse. La durée du travail effectué entre le début de la récolte et la fermeture du silo a été évaluée à 11,5 heures. Les quantités de maïs récoltées sont équivalentes à 6 remorques, chaque remorque étant remplie en 1 h 15 min. Le temps écoulé entre la décharge d'une remorque et la reprise de la fauche a été de 15 minutes, les trois premières remorques étant pesées à l'aide de peses essieux. La récolte du maïs a été effectuée de façon continue durant toute la journée. A la fin de la récolte, un tracteur a effectué le tassement du tas en une heure, et le silo a été fermé en fin de journée.

### **2.2 Cas de la deuxième exploitation (exploitation B)**

Une surface de 5 800 m<sup>2</sup> située à 150 m d'altitude en zone irriguée a été récoltée en 11 heures. Le matériel mis à disposition comprenait une ensileuse mono-rang, deux tracteurs et une remorque, un seul tracteur assurant la tractation de la remorque et de l'ensileuse. Le

deuxième tracteur a réalisé le tassement de l'ensilage dans le silo de façon continue, et la décharge de la remorque. Les quantités de maïs n'ont pas été calculées, mais le nombre de remorques déversées dans le silo a été noté et évalué à environ 6 ; à la fin du chantier, le cubage du silo couloir a été estimé à 43 m<sup>3</sup>.

La main d'œuvre était constituée de 2 conducteurs et de 3 personnes effectuant à la main la fauche et la disposition en tas avant broyage du maïs.

Au début du chantier, un couloir permettant le passage du tracteur a été réalisé manuellement sur une longueur de 183 m. Cette opération a duré 1 h 30.

Trois difficultés ont été rencontrées au cours du chantier. La première est liée au problème d'accès au silo du tracteur effectuant à la fois la fauche et le ramassage, afin d'y décharger le contenu de la remorque. De ce fait, cette dernière, une fois remplie, a été systématiquement décrochée du tracteur et attelée au deuxième, effectuant alors le déchargement. De plus, le maïs se trouvant collé aux parois de la remorque, ne pouvant être déversé, deux personnes montaient dans la remorque au moment du déchargement. Enfin, lors du passage de l'ensileuse entre les rangs, un pneu s'étant pris accidentellement entre les couteaux de l'ensileuse, le chantier a dû être arrêté pendant 45 minutes.

### **2.3 Cas de la troisième exploitation (exploitation C)**

Situées à 700 m d'altitude, trois parcelles d'une surface globale d'environ 2 hectares ont été récoltées sur trois jours consécutifs (20, 21 et le 22 juillet 1999). Le chantier, initialement prévu le 19 juillet, a dû être reporté en raison d'une pluie empêchant la récolte. La surface totale (2 ha) a été récoltée sur les trois jours en 17 heures. Le nombre de personnes recensé sur le chantier a été de 11, dont 4 conducteurs, les autres, dont 5 ouvriers, effectuant la coupe à la main.

Les trois parcelles sont éloignées de 7 km de l'exploitation, située à 1 200 m d'altitude, où le silo a été réalisé.

Le matériel comprenait 3 tracteurs, une ensileuse mono-rang et un camion. Ce dernier établissait les liaisons entre les parcelles et l'exploitation, où un tracteur réalisait le tassement du maïs en continu. Les terrains étant par ailleurs d'accès difficile pour un tracteur équipé d'une remorque (puissance insuffisante), le ramassage a été réalisé à l'aide d'un tracto-pelle.

Sur les deux premières parcelles, la récolte a été effectuée mécaniquement sauf au niveau des zones où les engins ne pouvaient accéder. Sur la troisième parcelle, le maïs a été entièrement coupé à la main.

En plus des difficultés d'accès des tracteurs sur les parcelles pentues, et au cours du premier jour de récolte, le chantier a été ralenti à cause du blocage des couteaux de l'ensileuse par le maïs broyé. La résolution de ce problème nécessitait systématiquement 15 minutes, le nombre d'intervention compté par l'éleveur ayant été de 6.

## **3. Evaluation du coût du maïs ensilage**

Suivant les pratiques des éleveurs et les rendements du maïs, le coût du kilogramme de matière sèche d'ensilage de maïs est différent. Les évaluations sont donc faites après enquête et/ou mesures pour chacune des exploitations suivantes (tableau 3). De façon à homogénéiser les dépenses de chaque exploitation, on considère les règles suivantes :

- toute personne ayant participé à l'opération considérée est comptée comme une unité de main d'œuvre, même s'il s'agit de l'exploitant lui-même et est rémunérée à hauteur de 40,72 F/h (salaire brut).

- le coût de mise en service du matériel est évalué sur la base des tarifs du matériel personnel ou utilisé en entraide, soit une valeur de 110 F/h, réparti en deux fractions (35 F de



frais de carburant et d'huile et 75 F de frais d'amortissement et d'entretien, source : AFP). A titre de référence, le coût de location d'un engin agricole, main-d'œuvre incluse est de 250 F/h.

### **3.1 Première exploitation (peu mécanisée)**

#### **Préparation du sol et semis**

Dans ce cas de figure, 3 hectares de maïs ont été semés. Aucune préparation du sol n'est effectuée avant la mise en culture, à l'exception d'un épandage de lisier de porc produit dans l'exploitation. Cet épandage s'effectue mécaniquement en 6 heures pour la surface considérée et 2 personnes sont mobilisées.

Les semences, de variété locale, sont également produites dans l'exploitation. Le coût réel de la semence est de 15 F le kg, et une quantité de 75 kg est utilisée, ce qui revient à une dépense de 1 125 F. Le semis est réalisé manuellement durant 10 jours (environ 80 heures) par 2 personnes à plein temps.

#### **Entretien de la culture**

Au cours de la période végétative du maïs, un engrais (N.P.K : 15-12-24) est appliqué à la dose de 250 kg à l'hectare, soit une dose globale de 750 kg (2,2 F/kg). L'épandage est effectué manuellement, par deux personnes, en deux jours consécutifs (16 heures) Vient par la suite l'application de deux types d'herbicides :

- Round-up® (Glyphosate) à la quantité de 2l, dont le prix unitaire du litre est de 95 F ;
- Gramoxone plus® (Paraquat+Diquat) utilisé à la quantité de 2l, dont le prix unitaire du litre est de 87 F.

De la même manière que l'épandage d'engrais, l'application de chaque traitement s'effectue manuellement et mobilise deux personnes pendant 2 heures.

Aucun traitement insecticide n'a été envisagé.

#### **Récolte et mise en silo**

La récolte du maïs s'effectue sur trois jours, grâce au système d'entraide, ce qui mobilise 7 personnes sur le chantier. Un tracteur équipé de l'ensileuse, et un deuxième assurant le tassement du maïs sont utilisés. Pour la mise en silo, seule la bêche (14 m de long) est achetée au prix de 1 200 F.

Le temps global pour toutes les opérations est de 30 heures, soit 10 h/ha pour la mécanisation, et est de 140 heures de main d'œuvre, soit 47 h/ha.

Les frais de mise en place de la culture, de la récolte et de la mise en silo du maïs reviennent finalement à environ 21 972 F pour toute la surface, soit des dépenses à l'hectare de 7 324 F. Le coût est réparti essentiellement en frais de main d'œuvre (65 % des frais totaux), les frais de mécanisation et des intrants ne représentent respectivement que 15 et 20 %.

Par ailleurs, le rendement moyen à l'hectare du maïs est de 15 tonnes de matière brute. Le fourrage a été récolté à une teneur moyenne en matière sèche de 27 %, le rendement en matière sèche étant de 4,05 tonnes à l'hectare.

Ainsi, le coût de production de 4 050 kg de MS d'ensilage de maïs revient finalement à 1,81 F par kg de MS d'ensilage de maïs.

### **3.2 Deuxième exploitation (semi-mécanisée et parcelles éloignées)**

#### **Préparation du sol et semis**

Deux hectares sont plantés en maïs, à 700 m d'altitude. Deux variétés sont cultivées (SC509 et SC625). Cent kilogrammes de semences ont été utilisés sur la surface globale, ce qui entraîne un coût total de 2 250 F.

Avant la mise en culture, un labour a été effectué ainsi qu'un épandage d'engrais (N.P.K : 15-12-24) à une dose de 425 kg (2,2 F/kg).

#### **Entretien de la culture**

Un mois après le semis, une dose de 1 500 kg (750 kg/ha) d'ammonitrate a été appliquée.

Au cours de la période végétative du maïs, 2 types d'herbicides ont été utilisés :

- Round-up®, à la dose de 13 l (95 F/l)
- R-bix® (Paraquat), à la dose de 4 l (56,5 F/l)

De plus, un traitement insecticide est appliqué à la dose de 2l de Decis® (Deltaméthrine). Le coût de ce produit est de 230 F/l.

Toutes les opérations de préparation du sol, de semis et d'entretien de la végétation ont duré 6 jours et ont nécessité deux tracteurs, mobilisant deux conducteurs.

#### **Récolte et mise en silo**

L'opération de récolte a duré 3 jours consécutifs. Trois tracteurs, un camion assurant les liaisons entre l'exploitation et les parcelles et 10 personnes ont été mobilisées durant les trois jours du chantier, soit une durée de travail de 60 heures.

La mise en silo a nécessité l'achat d'une nouvelle bâche, dont le coût est de 800 F.

Les frais globaux de mise en culture, d'entretien et de conservation du maïs sont estimés à 29 043 F, soit une valeur de 14 521 F à l'hectare. Le coût est réparti équitablement en frais de main d'oeuvre (31 % des frais totaux), frais de mécanisation (37 %) et intrants (32 %).

Mesuré lors de la récolte, le rendement du maïs a été évalué à 35 tonnes de matière brute. La teneur en matière sèche du maïs étant en moyenne de 23 %, le rendement est estimé à 4 030 kg MS par hectare.

Le prix de revient du kilogramme de matière sèche d'ensilage de maïs est donc ici de 4 F.

### **3.3 Troisième exploitation (mécanisée et irriguée)**

#### **Préparation du sol et semis**

La préparation du sol consiste en un labour, un passage d'une herse et un épandage de fumier. Ces opérations ont nécessité l'utilisation d'un tracteur durant 16 heures et la mobilisation de 2 personnes pour les deux premières, et, 3 personnes et un tracteur pour la dernière, l'épandage ayant été effectué manuellement sur trois jours consécutifs, soit environ 24 heures de travail. Le semis a ensuite été réalisé en 1 heure mécaniquement (semoir), mobilisant une personne. Une quantité de semence de 100 kg a été utilisée.

tableau 3. Comparaison des coûts de réalisation de l'ensilage entre 3 systèmes, différents selon le niveau de mécanisation

	opération	Mécanisation				Main d'oeuvre				Intrants				COUT financier				
		nombre	temps	temps total (en h)	coût total (en F)	nombre	temps	temps total (en h)	coût total (en F)	type	quantité	coût unitaire (en F)	coût total (en F)	en F	en F/ha	en %		
Exploitation A 3 hectares	Préparation du sol	Semis				2	80	160	6515	Semences	75	15	1125	<b>TOTAL</b>	21972	7324	100%	
		Epanchage de fumure	1	6	6	660	2	6	12	489	Purin							
	<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>660</b>			<b>172</b>	<b>7004</b>				<b>1125</b>					
	Entretien de la culture	Engrais					2	2	4	163	NPK	750	2,2					1650
		Désherbage 1					2	2	4	163	Gramoxone	2	87					174
		Désherbage 2					2	2	4	163	Round-up	2	95					190
	<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>			<b>12</b>	<b>489</b>				<b>2014</b>					
Récolte	Fauche					6	24	144	5864									
	Broyage	1	24	24	2640													
	Tassement					1	24	24	977									
<b>TOTAL</b>			<b>24</b>	<b>2640</b>			<b>168</b>	<b>6841</b>	Bâche		1200	1200	<b>1200</b>					
Exploitation B 2 hectares	Préparation du sol	Semis	1	3	3	330	2	3	6	244	Semences 1	75	25	1875	<b>TOTAL</b>	29043	14521	100%
		Epanchage de fumure									Semences 2	25	15	375				
	<b>TOTAL</b>			<b>3</b>	<b>330</b>			<b>6</b>	<b>244</b>				<b>2250</b>					
	Entretien de la culture	Engrais	1	2	2	220	2	2	4	163	NPK	425	2,2	935				
		Désherbage 1	2	3	6	660	2	3	6	244	Ammonitrates	1500	2,2	3300				
		Désherbage 2	2	3	6	660	2	3	6	244	Round-up	13	95	1235				
		Insecticide	1	1	1	110	1	1	1	41	R-bix	4	50,5	202				
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>	<b>1650</b>			<b>17</b>	<b>692</b>	Décis	2	230	460	<b>6132</b>					
Récolte	Fauche	1	20	20	2200	8	20	160	6515									
	Broyage	1	20	20	2200													
	Tassement	1	20	20	2200	1	20	20	814									
	Mise en silo	1	20	20	2200	1	20	20	814	Bâche		800	800					
<b>TOTAL</b>			<b>80</b>	<b>8800</b>			<b>200</b>	<b>8144</b>				<b>800</b>						
Exploitation C 1,5 hectares	Préparation du sol	Labour	1	16	16	1760	2	16	32	1303				<b>TOTAL</b>	21038	14024	100%	
		Semis	1	1	1	110	2	1	2	81	Semences	100	15					1500
		Epanchage de fumure	1	24	24	2640	3	24	72	2932								
	<b>TOTAL</b>			<b>41</b>	<b>4510</b>			<b>106</b>	<b>4316</b>				<b>1500</b>					
	Entretien de la culture	Engrais	1	1	1	110	2	1	2	81	NPK	500	2,2					1100
		Désherbage	1	1	1	110	2	1	2	81	Atrazine	5	22,4					112
		Irrigation									Irrigation	3000	0,36					1080
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>220</b>			<b>4</b>	<b>163</b>				<b>2292</b>						
Récolte	Fauche	1	16	16	1760	3	16	48	1955									
	Broyage	1	16	16	1760													
	Tassement	1	16	16	1760													
	Mise en silo									Bâche		800	800					
<b>TOTAL</b>			<b>48</b>	<b>5280</b>			<b>48</b>	<b>1955</b>	Raticide	1	30	30	<b>800</b>					

Unités des données

temps (en h/ unité), nombre (en unités)

quantités Semences, NPK, Ammonitrate, Raticide (en kg)

quantités Irrigation (en m<sup>3</sup>)

quantités Gramoxone, Round-up, Atrazine (en kg)

coût de la main d'oeuvre 40,72F/h/pers

coût de la mécanisation 110F/h/engin (35F de frais de carburant et d'huile+ 75F de frais d'amortissement et d'entretien) (source : AFP)

### **Entretien de la culture**

Lors de la levée du maïs, un épandage de 500 kg d'une fumure minérale (NPK : 15-12-24) a été effectué mécaniquement en 1 heure, et un traitement herbicide (Atrazine) a été appliqué à une quantité de 5 l (112 F/l).

Dans ce cas de figure, la culture du maïs a été irriguée tout au long du cycle (100 jours environ). Un volume de 30 m<sup>3</sup> est consommé par jour (0,36 F/m<sup>3</sup>).

### **Récolte et mise en silo**

La surface totale (3 ha) a été récoltée en deux jours consécutifs, soit environ 16 heures de travail. Au cours de cette opération, 3 personnes et 3 tracteurs ont été mobilisés.

Comme dans le cas précédent, la fermeture du silo a nécessité l'achat d'une nouvelle bâche (800 F le rouleau de 14 m).

Les frais globaux s'élèvent donc à une valeur finale de 21 036 F, soit une valeur à l'hectare de 14 024 F. Le coût est réparti essentiellement en frais de mécanisation (48 % des frais totaux), les frais de main d'œuvre et des intrants ne représentent respectivement que 31 et 22 %.

Mesuré lors de la récolte, le rendement du maïs a été évalué à 50 tonnes de matière brute. La teneur en matière sèche du maïs étant en moyenne de 32,1 %, le rendement est estimé à 16 tonnes MS par hectare.

Le prix de revient du kilogramme de matière sèche d'ensilage de maïs est donc ici de 0,88 F.

## **4. Résultats zootechniques**

### **4.1 Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'atelier d'engraissement**

Sur la surface de 1,2 ha récoltée, le rendement des trois variétés considérées est de l'ordre de 17,5 tonnes MS par ha. Trois silos couloirs de petites dimensions ont été remplis, mais les variétés de maïs les remplissant ne sont pas les mêmes. Le premier silo contient les variétés PAN6195, CIRAD412, IR6117, le deuxième, les variétés IR6117, SC707 et le troisième, les variétés SC707 et PAN6191.

Les deux premiers silos ont été mis en place et fermés le même jour (21 décembre 1998), alors que le troisième l'a été le jour suivant (22 décembre 1998).

Une récolte de la variété PAN6191 a également été réalisée le 16 février 1999. Le rendement n'a pas pu être estimé, mais le cubage du silo a été mesuré et évalué à environ 32 m<sup>3</sup>. Dans ce dernier cas, le maïs a été récolté au stade pâteux dur à une teneur en MS moyenne de 26,2 %.

#### **4.1.1 Caractéristiques et valeur alimentaire de l'ensilage de maïs suivant les silos**

##### **4.1.1.1 Caractéristiques du silo 1**

La teneur en matière sèche moyenne, était de 32,1 % lors de la mise en silo, est de 28,8 % lors de l'ouverture du silo. Le début du desilage s'effectuant sur le versant du tas, pouvant constituer la partie la plus humide du fourrage par accumulation des jus, peut expliquer cette légère variation de la valeur de la matière sèche. Lors des relevés d'échantillons effectués 9 et 24 jours après l'ouverture du silo, la teneur en matière sèche de l'ensilage était de l'ordre de 30 % MS.

A partir des équations de prévision de la valeur alimentaire du maïs (équations M3 et M4), la valeur énergétique de chaque variété est calculée. La valeur énergétique moyenne du maïs dans ce silo est de 0,68 UFV/kg MS. Les teneurs PDIN et PDIE sont respectivement de 43 et 73 g/kg MS.

Les teneurs en cendres sont faibles, en particulier pour le calcium, dont la teneur moyenne est de 2 g/kg MS.

#### 4.1.1.2 Caractéristiques du silo 2

Dans le deuxième silo, la teneur moyenne en MS du maïs était de 30,6 % lors de la mise en silo, et de 28,8 % lors de l'ouverture du silo. Comme dans le cas précédent, cette légère diminution de la teneur en matière sèche peut s'expliquer par le fait que le desilage s'effectue sur le versant du tas où s'accumulent les jus.

La densité énergétique est de 0,67UFV/kg MS. La valeur PDIN est de 42 g/kg MS, alors que celle en PDIE est de 73 g/kg MS.

#### 4.1.1.3 Caractéristiques du silo 3

Le maïs a été récolté à une teneur moyenne en matière sèche de 28,5 %. A l'ouverture du silo, la valeur de la MS était légèrement supérieure à celle relevée lors de la mise en silo (29,3 %) et au cours de la deuxième semaine suivant l'ouverture du silo, elle était de l'ordre de 31,1 %. Lors du dernier desilage effectué sur la moitié inférieure du silo la teneur en MS relevée (27,5 % MS) est inférieure à celle de la récolte.

La densité énergétique moyenne est de à 0,73 UFV/ kg MS. Les valeurs azotées sont de 52 et 75 g/kg MS respectivement pour les PDIN et les PDIE.

#### 4.1.1.4 Caractéristiques du silo 4

La variété de maïs récoltée, PAN6191, unique dans ce cas, avait une teneur en matière sèche de moyenne de 28,2 % et une valeur énergétique de 0,73 UFV/kg MS. La valeur PDIN relevée était de 59 g/kg MS et celle des PDIE de 78 g/kg MS.

Comme pour toutes les variétés semées dans les mêmes conditions, les teneurs en éléments minéraux sont très faibles, en particulier celle du calcium, dont la valeur moyenne est de 1,8 g/kg MS. La teneur maximale en calcium, enregistrée pour la variété IR6117, est de l'ordre de 2 g/kg MS.

Les valeurs nutritives des 5 variétés, récoltées dans les mêmes conditions, sont présentées dans le tableau 4.

**tableau 4.** Valeur nutritive des variétés cultivées

	UFV	PDIN	PDIE	Ca	P
	g/kg MS				
PAN6195	0,74	48	76	1,7	1,8
CIRAD412	0,61	40	70	1,8	1,5
IR6117	0,70	48	73	2,5	2
SC707	0,72	44	72	2,0	1,7
PAN6191	0,73	59	78	2,0	1,8

#### 4.1.1.5 Caractéristiques du silo 5

Un dernier silo a été réalisé en semaine 18 (S18) des mesures d'ingestion, où une surface de 5 800 m<sup>2</sup>, cultivée avec une seule variété (PAN6195), a été récoltée en une seule journée. La teneur en MS du maïs était de 25,6 %.

Les valeurs nutritives mesurées sont de 0,74 UFV/kg MS, et de 56 g/kg MS et de 75 g/kg MS, respectivement pour les PDIN et PDIE.

#### 4.1.2 Qualité du maïs conservé

L'estimation de la qualité de conservation du maïs n'a été réalisée que par observation de l'aspect du fourrage, de couleur brun verdâtre dans tous les silos. Lors des desilages des silos 1, 2 et 3, l'odeur perçue était agréable, avec une légère odeur acétique. Des traces de moisissures de couleur blanc rosâtre y ont également toujours été remarquées sur le front d'attaque. Dans tous les silos, des zones de pourriture du fourrage ont été remarquées sur les cotés des tas.

Dans le silo taupinière (silo 4), aucune trace de moisie n'a en revanche été remarquée, même sur le front d'attaque, exceptées quelques zones putréfiées sur les deux cotés du tas. Le fourrage avait une odeur forte d'acide acétique.

Les zones putréfiées peuvent s'expliquer par un tassement insuffisant, en particulier dans les silos couloirs, où l'accès du tracteur est difficile lors du tassement. De plus, les bâches des silos ont été trouées par des rats.

#### 4.1.3 Durée de conservation et d'utilisation du maïs

L'ouverture du premier silo s'est effectuée 57 jours après la mise en silo du maïs. Celle des silos 2, 3 et 4 a été réalisée successivement après épuisement du premier.

L'alimentation des 28 taurillons a été permise à partir des silos 1, 2, 3 et 4 pendant 29, 36, 35 et 80 jours respectivement. Cependant, la distribution du silo 3 n'a concerné que 22 taurillons, et celle du silo 4, seulement 11 taurillons. Les trois premiers tas disposés dans les silos couloirs (1, 2, 3), ont des dimensions sensiblement identiques, le cubage ayant été estimé à 43 m<sup>3</sup>. Seul le silo taupinière possède de plus petites dimensions, le volume du tas étant de 33m<sup>3</sup>.

#### 4.1.4 Evolution des quantités ingérées des taurillons

Suivant l'évolution du poids vif des animaux, de leur âge, et des quantités offertes et ingérées des fourrages, les taurillons peuvent être répartis en quatre groupes :

- un premier lot (**Lot a**), arrivé le 24 juin 1998, contient 6 animaux âgés de 9 mois en moyenne. Le poids vif moyen des taurillons au début de la distribution de l'ensilage de maïs, était de 540 kg (+/-38,4). Les taurillons ont été alimentés à l'ensilage de maïs pendant une durée de 72 jours au bout desquels le lot a été abattu. Les mesures d'ingestion sont réalisées lors de la distribution de l'ensilage de maïs issu des deux premiers silos (1 et 2) et au début du desilage du troisième silo.

- l'ensemble de deux lots (**Lot b et Lot c**), dont le poids vif moyen est de 423 kg (+/-23,9), lors de l'introduction de l'ensilage de maïs. L'âge moyen des taurillons, au début de la mise en place de l'alimentation à base de maïs ensilage, était de 14,5 mois. Chaque lot était constitué de 6 taurillons.

- un lot constitué de 5 taurillons (**Lot d**), dont le poids moyen a été de 315 kg (+/-12,4) pendant la période de transition de l'alimentation à l'ensilage de maïs, ont un âge moyen de 10 mois.

tableau 5. Quantités ingérées des composants de la ration, avec ou sans maïs

	Lots	Poids vif (kg)	QI foin (kg MS)	QI concentré	QI maïs (kg MS)	QI totale	GMQ théorique (g/j)
Avant intégration du maïs	a	540	A volonté	3,0	0		1 000
	b	425	A volonté	4,0	0		1 000
	c	420	A volonté	4,0	0		1 000
	d	315	A volonté	2,4	0		1 000
	e	(1)	A volonté		0		1 000
Après intégration du maïs	a	651	0,7	4,6	5,0	10,3	1 200
	b	601	1,0	2,7	5,4	9,1	1 200
	c	606	1,2	3,3	5,1	9,6	1 200
	d	(2)	3,0	4,0	1,9	8,9	1 200
	e	(2)	2,8	3,2	1,2	7,1	1 200

(1) lot non présent à cette période dans l'atelier

(2) lot non sorti à cette période

- un dernier lot (**Lot e**), arrivé dans l'atelier, 17 jours après le début de la distribution de l'ensilage, constitué de 5 taurillons âgés en moyenne de 9 mois, a reçu de l'ensilage dès le début de son engraissement. Ce lot a un poids moyen de 316 kg (+/-7,4).

Les caractéristiques des rations distribuées avant et après intégration du maïs sont présentées dans le tableau 5.

#### 4.1.4.1 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot a

Les taurillons de ce lot ont reçu de l'ensilage de maïs en fin d'engraissement sur une période de 72 jours entre les semaines 1 et 10 (S1 à S10) (figure 1). Au début de l'incorporation de l'ensilage de maïs (S1), les taurillons ingéraient environ 4,5 kg MS, les quantités de foin ingérées n'ayant pas été mesurées. Le concentré de production a été distribué à une quantité de 4 kg par taurillon. Au cours de la quatrième semaine (S4), les taurillons ont ingéré en moyenne 4 kg MS d'ensilage de maïs, 0,9 kg MS de foin et le concentré a été augmenté de 0,8 kg. Par la suite, les quantités de maïs ingérées ont augmenté progressivement pour atteindre une valeur maximale de 6 kg lors de la dernière mesure effectuée (S10) sur ce lot. Parallèlement, les quantités de foin ingérées ont diminué légèrement pour atteindre une valeur de 0,4 kg MS à la semaine S10.

#### 4.1.4.2 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot b et c

Le maïs a été offert en quantités croissantes progressivement (figure 2 et figure 3). L'ingestion maximale est atteinte à la semaine 12 (S12), avec 7,8 kg MS. Parallèlement, les quantités de foin ingérées ont diminué jusqu'à atteindre une valeur de 0,4 kg MS lorsque la distribution de maïs était maximale. En revanche, les concentrés ont été offerts à une quantité constante (3 kg), avec une légère diminution de 0,5 kg à la période d'ingestion maximale du maïs.

Au cours de la semaine S15 les quantités de maïs ingérées ont diminué coïncidant avec la distribution du silo taupinière. Elles étaient en moyenne de 5,4 kg MS. Par la suite, les mesures d'ingestion effectuées les semaines S17, S20 et S23, ont montré que le niveau d'ingestion s'est maintenu à 5 kg MS. Par ailleurs, les quantités moyennes de concentré offertes ont augmenté de 0,3 kg ainsi que celles de foin qui ont atteint un maximum lors de la semaine S17 (1,9 kg MS).

#### 4.1.4.3 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot d

La quantité de maïs ingérée, de 1,5 kg MS au cours de la semaine S4, a augmenté jusqu'à atteindre une valeur maximale de 3,4 kg MS au cours des semaines S10 et S12 (figure 4). Cependant, la distribution du maïs a été limitée et les quantités de foin et de concentré ingérées étaient respectivement de 2,3 kg et de 3,5 kg en moyenne par animal et par jour.

La distribution du maïs a été interrompue de la semaine S15 à la semaine S19, et sa redistribution a été ensuite limitée à des quantités de 0,9 kg. Durant la période d'interruption de l'apport d'ensilage de maïs, le foin a été distribué à volonté et les quantités ingérées ont été de 4,3 kg MS. Parallèlement 5 kg de concentré ont été ingérés. Pendant la semaine S23, les taurillons ont ingéré 3,3 kg MS d'ensilage de maïs, 1,9 kg de foin et 4,7kg de concentré.

#### 4.1.4.4 Evolution de l'ingestion des taurillons du Lot e

A l'entrée de ce lot dans l'atelier d'engraissement, les taurillons ont reçu de faibles quantités d'ensilage, qui ont ensuite été augmentées progressivement pour atteindre une valeur de 3 kg MS à la semaine S10 (figure 5). Pendant cette semaine, la quantité de foin ingérée était de 2 kg MS et celle de concentré distribuée était de 3 kg. Par la suite, les quantités de



mais distribuées ont été diminuées jusqu'à l'interruption totale à la semaine S15. Les animaux ont ingéré alors 4 kg MS de foin et 4 kg de concentré. Pendant la semaine S23, la distribution d'une quantité de 1 kg MS d'ensilage de maïs a entraîné une diminution d'ingestion du foin de 1 kg et des quantités de concentré de 0,1 kg.

#### 4.1.5 Evolution des gains de poids des taurillons

Trois lots (lots *a*, *b*, *c*) ont reçu de l'ensilage de maïs en fin de période d'engraissement, de manière continue jusqu'à l'abattage. La durée d'alimentation de ces trois lots a été variable en fonction de leur date d'entrée dans l'exploitation et, par conséquent, en fonction de l'âge moyen de chaque lot. Le lot *a* a reçu de l'ensilage issu des trois premiers silos et les deux autres (*b* et *c*) ont été alimentés à partir des quatre silos.

L'évolution du poids moyen a été différent selon le lot d'animaux.

Le lot *a* a été engraisé durant 309 jours. Pendant cette période, le gain moyen mesuré était de 1 066 g par jour (figure 1). Pendant la phase d'alimentation avec du foin à volonté complétement par un concentré de production (237 jours), il était de l'ordre de 947 g par jour. En revanche, le gain était de 1 411 g, enregistré sur une période de 72 jours, entre le début de l'alimentation à l'ensilage de maïs et l'abattage.

Le lot *b* est entré dans l'atelier d'engraissement à un âge moyen de 9 mois, l'ensemble du lot a été engraisé pendant une période de 377 jours. Calculé sur toute la période d'engraissement, le GMQ moyen du lot a été de l'ordre de 947 g (figure 2). Cependant, les calculs individuels des GMQ montrent que deux taurillons sur les six présents dans le lot ont effectué des gains de 1 005 et 1 032 g par jour.

L'alimentation des taurillons au début de l'engraissement était constituée de foin complétement avec un concentré de production. Cette période a duré 214 jours. La pesée des taurillons, effectuée 7 jours avant l'introduction de l'ensilage de maïs dans la ration, a mis en évidence un gain de 878 g des animaux. Par la suite, l'apport d'ensilage de maïs s'est effectué sur une période de 163 jours, jusqu'à l'abattage. Au cours de cette période, le GMQ moyen des taurillons du lot a été de 1 031 g. Sur les 6 taurillons, 4 ont effectué des GMQ respectifs de 1 000 g, 1 088 g, 1 135 et 1 235 g.

Au cours de la période d'ingestion d'ensilage de maïs, trois pesées des taurillons ont été effectuées pendant les semaines S10, S17 et S24, cette dernière correspondant au moment de l'abattage. L'intervalle entre les pesées des semaines S10 et S17 (première phase) est de 49 jours, et celui entre celles des semaines S17 et S24 (deuxième phase) de 52 jours. Durant la première phase, les taurillons ont enregistré un gain moyen de l'ordre de 959 g/j. En outre, deux semaines avant la pesée effectuée pendant la semaine S17, l'ingestion de l'ensilage de maïs, issu du silo taupinière, a baissé et celle du foin a augmenté. En revanche, pendant la deuxième phase, le GMQ enregistré a été de l'ordre de 1 045 g/j. L'ensilage a été dessilé à partir du silo taupinière (silo 4) et l'ingestion totale a été stabilisée.

L'engraissement des taurillons du lot *c* a duré 295 jours. Le gain réalisé a été en moyenne de 1 096 g par jour (figure 3). Pendant une première période de 139 jours, les animaux ont reçu du foin à volonté et le gain de poids vif était de 1 042 g par jour. Au cours d'une deuxième période de 156 jours, correspondant à l'alimentation des animaux à l'ensilage de maïs, le GMQ des taurillons était de 1 139 g/j. Trois semaines avant leur abattage (S23), les animaux ont reçu des quantités de concentré inférieures aux quantités habituelles en raison d'un non renouvellement du stock. Une baisse d'ingestion de 2 kg de la ration totale a donc été notée. Les mesures d'ingestion effectuées ensuite au cours des trois premiers jours de la semaine S23, jours précédant l'abattage des taurillons, ont permis d'enregistrer une quantité

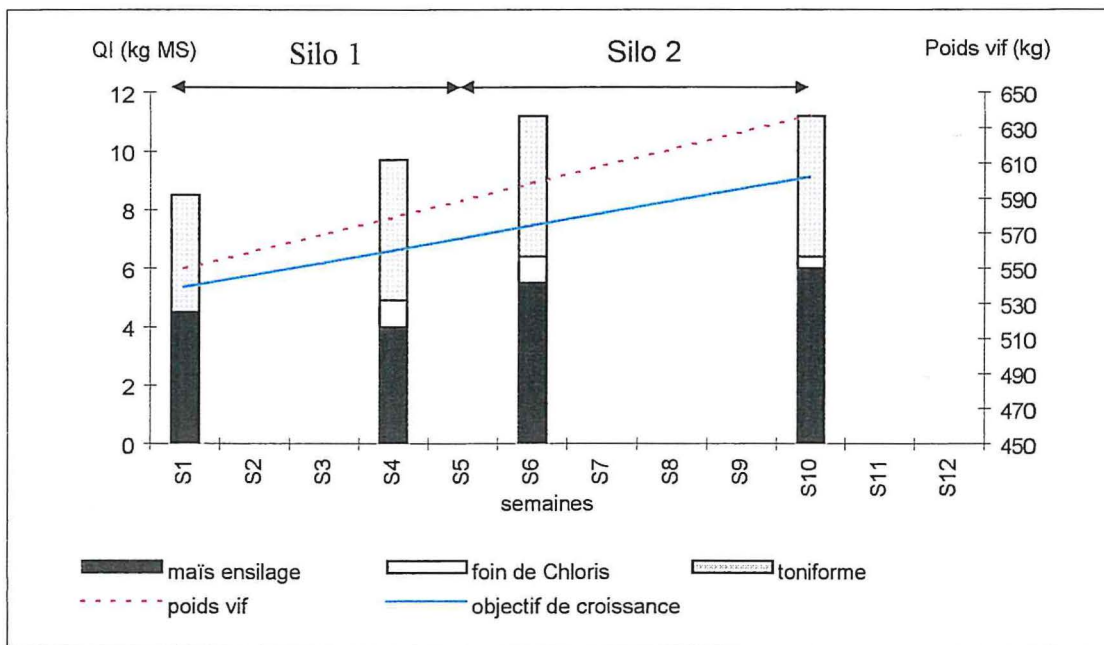


figure 1. Evolution des quantités ingérées des composants de la ration, et, évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *a*

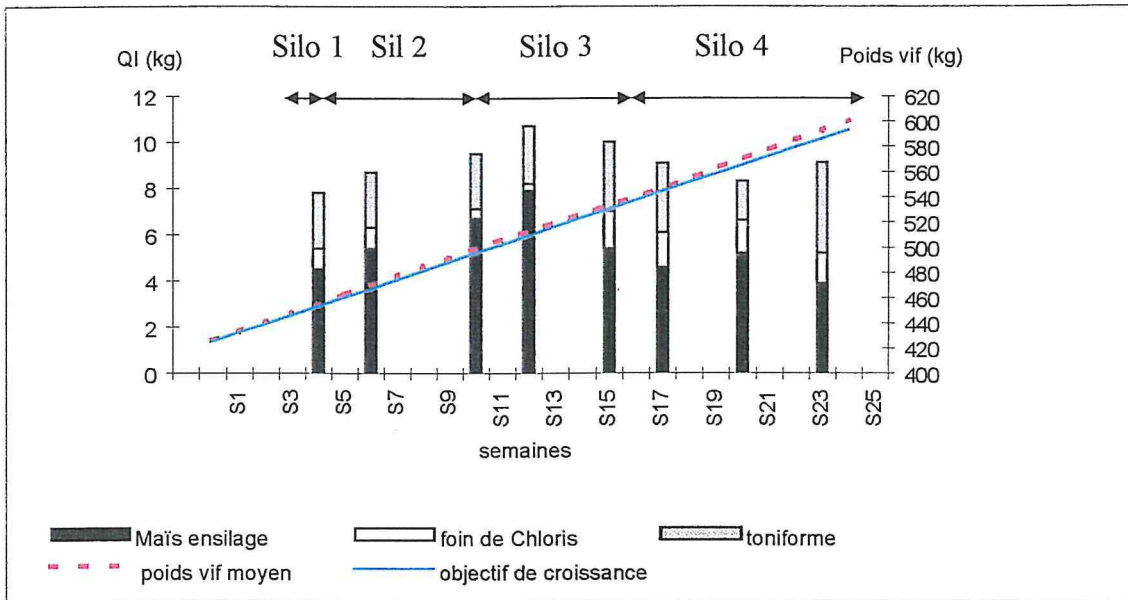


figure 2. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *b*

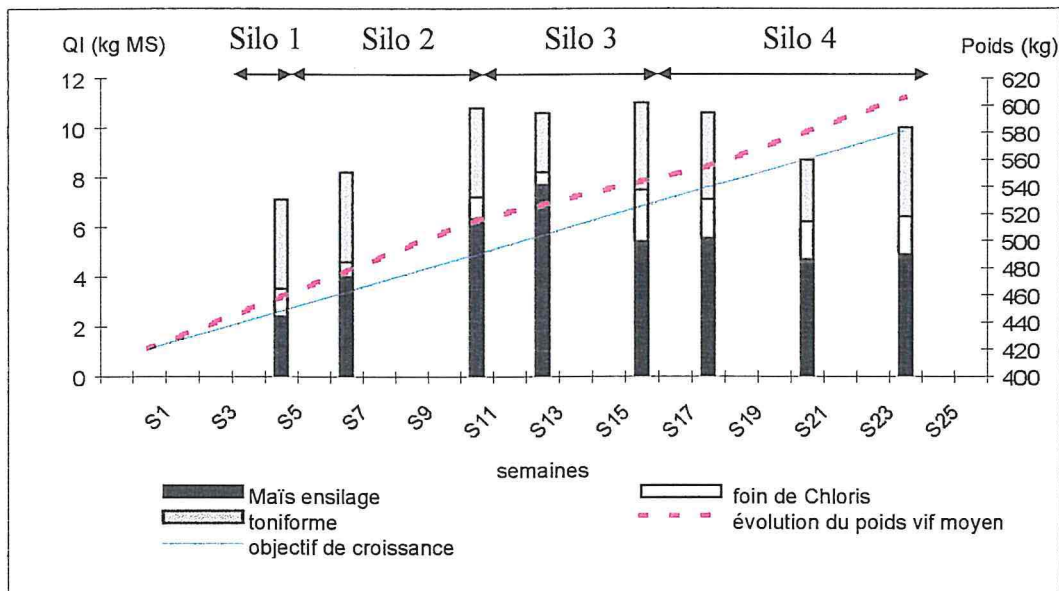


figure 3. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *c*

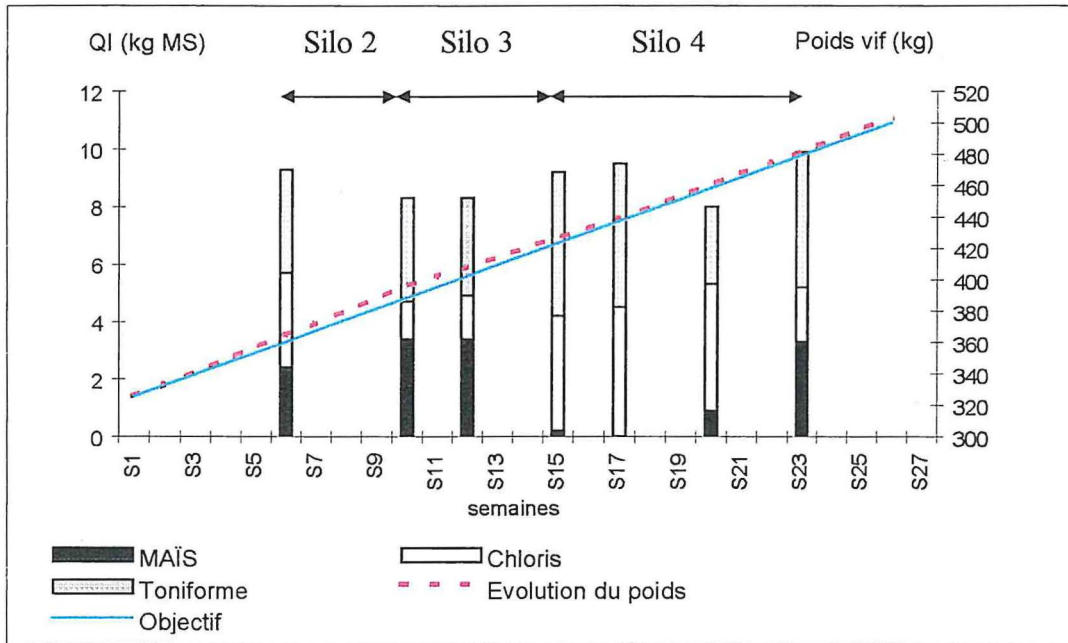


figure 4. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *d*

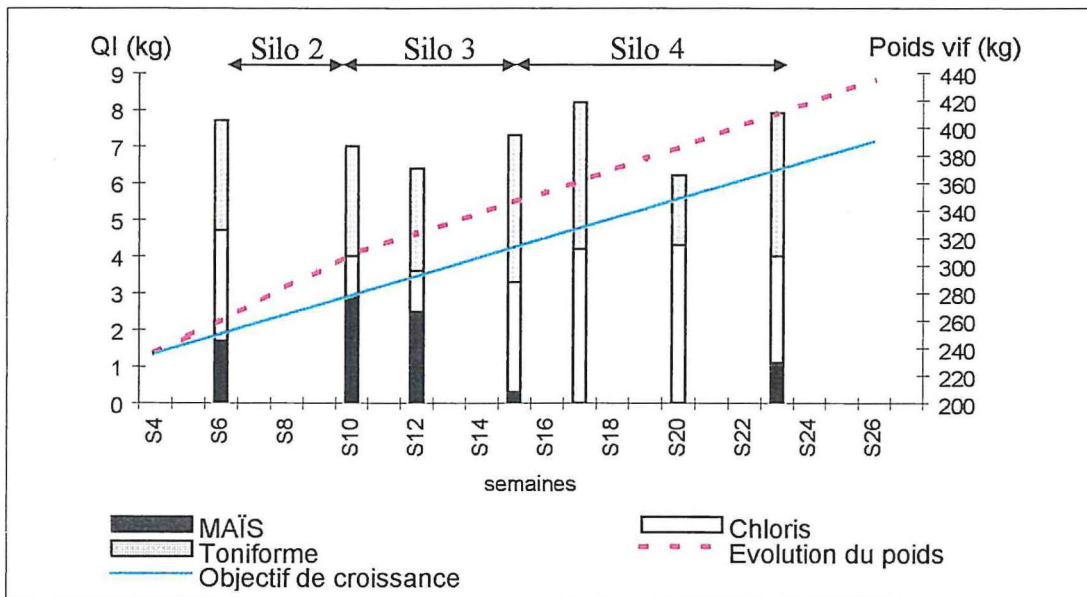


figure 5. Evolution des quantités ingérées des différents composants de la ration et évolution du poids vif moyen des taurillons du lot *e*

d'ingestion de la ration totale de 10 kg MS, soit une augmentation de 1,3 kg par rapport à celle de la semaine S20.

Au cours de la semaine S15, un taurillon n'a pu s'alimenter en permanence, lors de la distribution du concentré du matin, en raison d'une boiterie ; il se mettait en position antalgique. Ceci est dû à un panaris non traité. Lors de la pesée effectuée à la semaine S17, son gain quotidien enregistré n'a été que de 41 g par rapport à la pesée précédente, effectuée 49 jours avant (semaine S10). La pesée de ce lot, effectuée le jour de l'abattage des taurillons, a révélé que ce même taurillon a réalisé un GMQ de 1 031 g durant les 45 derniers jours précédant l'abattage.

#### **4.1.6 Evolution du poids des taurillons du lot *d* et du lot *e***

L'évolution des poids de ces deux lots (*d* et *e*), a été suivie jusqu'à la semaine S26, à partir de laquelle les taurillons sont entrés en phase de finition.

Pour le lot *d*, avant l'introduction de l'ensilage de maïs dans l'alimentation, les taurillons réalisaient 1 120 g de GMQ sur une durée de 47 jours (figure 4). Durant la période d'alimentation à l'ensilage de maïs, avec cependant une interruption d'apport de ce même fourrage entre les semaines S15 à S20, les taurillons réalisaient un gain de 961 g de GMQ sur 181 jours. En moyenne, le GMQ enregistré entre les semaines S10 et S17 (49 jours) est de l'ordre de 882 g et entre les semaines S17 et S23 de 1 022 g.

Le lot *e* a réalisé un gain moyen de 1 268 g par jour sur une période de 157 jours, entre son entrée dans l'atelier et la semaine S26 (figure 5). L'alimentation du lot à l'ensilage de maïs a cependant été interrompue entre les semaines S15 et S23.

A leur entrée, correspondant aux mesures de la semaine S4, les taurillons de ce lot recevaient de l'ensilage de maïs. A la pesée effectuée 45 jours plus tard (semaine S10), le lot réalisait en moyenne 1 600 g de GMQ. De plus, les trois pesées effectuées durant les semaines S10, S17 et S26 révèlent que, sur une première période de 49 jours (entre S10 et S17), les taurillons ont réalisé un GMQ de 1 078 g. A la fin de cette période (deux semaines avant la pesée), les taurillons ne recevaient que du foin. Lors de la deuxième période (entre S17 et S26), les taurillons ont effectué un gain de 1 177 g par jour sur une durée de 63 jours. L'alimentation à l'ensilage de maïs a repris à la semaine S20.

## **4.2 Restitution des suivis des exploitations laitières**

Les données brutes des quantités ingérées et des performances sont présentées dans l'annexe 2.

### **4.2.1 Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation AR**

#### **4.2.1.1 Mise en place des silos**

##### **4.2.1.1.1 Premier silo**

Le maïs, dont le semis a été réalisé sur 4 ha, avec une seule variété (HIRO), vers la fin du mois d'avril, a été récolté le 8, 9, et 10 septembre 1994. La récolte précoce du maïs a fait suite à la prévision d'un déficit fourrager dans l'exploitation. De ce fait, le maïs a été récolté à une teneur en matière sèche de 21,9 % au stade « laiteux-début pâteux ». Le rendement, estimé par pesée des remorques avant la mise en silo, était environ de 59 tonnes de maïs en vert, ce qui correspond à un rendement de 3,2 tonnes de matière sèche à l'hectare. Dans ce dernier cas, le maïs a été sévèrement atteint d'helminthosporiose.

La récolte s'est effectuée à l'aide d'une ensileuse monorang, ce qui n'a pas permis de tout récolter en une seule journée, avec de plus des difficultés d'accès à certaines parcelles et un manque de main d'œuvre.

Les conditions nécessaires à la réalisation d'un bon ensilage n'ont pas toujours été bien respectées. En effet, bien que le tracteur assurant le tassement permanent du maïs soit toujours resté sur une aire cimentée, les remorques ont été contraintes de rouler sur le tas afin d'y déverser le fourrage, introduisant de la terre dans le tas. De plus, la fermeture du silo n'a pas été faite dans les délais recommandés ; ainsi, à la fin des deux premiers jours, le silo a été fermé sommairement à l'aide d'une bâche, et le dernier jour, définitivement à l'aide d'une bâche neuve maintenue par des pneus et des sacs plastiques lestés avec des graviers.

#### **4.2.1.1.2 Deuxième silo**

Près de 5 ha ont été semés avec la variété « CORSAIRE » à la fin du mois de septembre. La récolte a été réalisée sur deux jours consécutifs (10 et 11 janvier 1995) avec une ensileuse double - rang. Sur la majeure partie des parcelles, le maïs a subi l'attaque de plusieurs espèces de chenilles et une helminthosporiose s'est également déclarée.

Comme lors de la récolte précédente, le maïs a été ramassé au stade « laiteux - début pâteux » à une teneur en matière sèche de l'ordre de 21,7 %. La quantité récoltée n'ayant pu être mesurée que par estimation lors de la distribution aux vaches laitières, a été évaluée à environ 21,5 tonnes de MS soit un rendement de 4,7 tonnes MS à l'hectare.

#### **4.2.1.2 Qualité de conservation des ensilages**

##### **4.2.1.2.1 Cas du premier silo**

Le premier silo a été ouvert après 25 jours de conservation. Au cours du desilage, une couleur jaune-brun uniforme et une odeur d'acide acétique ont été notées. En revanche, tout au long du suivi, aucune trace de moisissure n'a été observée tant sur le front d'attaque que sur la périphérie.

La teneur en matière sèche de l'ensilage à l'ouverture du silo était de 23,7 %. Elle est passée à 25,4 % à la semaine S3, et 26,5 à la S10. Les teneurs en MS de l'ensilage de maïs au cours des semaines de desilage sont décrites dans le tableau 6. En revanche, durant toute la période de son utilisation, l'ensilage avait un pH constant (3,7).

À l'ouverture du silo, les teneurs en azote soluble et en ammoniac sont respectivement de 43,2 % et 6,4 % d'azote total. Ces proportions, relativement bonnes (azote soluble inférieur à 50 % de l'azote total et teneur en ammoniac comprise entre 5 et 7 % de l'azote total), sont atteintes malgré un retard de la fermeture du silo (au bout de 3 jours) et une teneur en eau excessive du maïs lors de sa récolte (conditions favorables à la dégradation de l'azote). Les teneurs en ces deux éléments (azote soluble et ammoniac) ont nettement augmenté à la semaine S5, et sont passés à des proportions de 54,3 et 8,9 % (de l'azote total) respectivement pour l'azote soluble et l'ammoniac. La teneur en ammoniac a progressé lors des semaines suivantes pour atteindre une valeur maximale de 58,2 % de l'azote total, à la semaine S8. Par contre la teneur en ammoniac, a diminué lors de la semaine S6, et était de 5,7 %. La teneur en cet élément est restée relativement basse au cours des semaines suivantes.

En revanche la teneur en azote total, qui était de 15 g/kg MS à la première semaine (S1), a diminué progressivement et tout au long de l'essai, pour atteindre une valeur de 11,3 g/kg MS à la semaine S12.

La teneur en acides gras volatils, en particulier en acide acétique, augmente progressivement tout au long de l'essai, et atteint son maximum vers les semaines S7 et S8

tableau 6. Evolution des teneurs en éléments fermentaires de l'ensilage de maïs dans le silo 1 en fonction des semaines (exploitation AR)

	MS	N tot.	N sol	NH3	AGV	C2	C4	Alcools
	g/kg MS	% N total			g/kg MS			
S1	23,7	15,0	43,2	6,4	15,5	14,4	1	21,1
S2	23,7	14,0	49,2	5,5	14,3	12,4	1,7	9,5
S3	25,4	13,5	50,3	9,7	16,7	15,2	1,2	5,8
S4								
S5	25,2	13,3	54,3	8,9	14,3	13,5	0,7	6,5
S6	25,3	12,3	56,2	5,7	15,4	14,9	0,1	9,6
S7	25,4	13,0	57,6	5,4	25,5	23,6	1	9,1
S8	25,7	13,1	58,2	6,1	36,5	34,3	0,9	9,4
S9	25,9	12,6	57,2	5,6	17,4	16,4	0,5	10,8
S10	26,5	13,3	51,2	5,3	23,5	21,6	0,9	9,8
S11	26,5	12,7	56,1	7,1	20,6	19,7	0,4	9,0
S12	26,6	11,3	56,6	7,1	23,1	22,1	0,5	12,2

MS : teneur en matière sèche, N sol : azote soluble, Ntot : azote total, AGV : acides gras volatils, C2 : acide acétique, C4 : acide butyrique

tableau 7. Evolution des teneurs en éléments fermentaires de l'ensilage de maïs dans le silo 2 en fonction des semaines (exploitation AR)

	MS	N tot	Nsol	N NH3	AGV	C2	C4	Alcools
	%	g/kgMS	% N total		g/kgMS			
S1	18	18,9	32,3	13,1	38,6	36,1	0,1	16,4
S2	24,5	14,1	37,0	11,5	17,3	16,8	0,1	5,0
S3	20,2	15,8	42,5	11,9	21,9	20,4	0,1	4,0
S4	20,8	15,6	46,3	15,3	31,7	28,4	0,1	10,3
S5	21	16,0	42,6	13,2	29,2	25,9	0,1	6,1
S6	22,5	14,5	44,8	10,8	36,8	31,7	0,1	9,2
S7	21,5	15,4	45,5	14,3	36,8	30	0,4	10,0
S8	23,5	14,1	46,7	13,6	44,7	37,8	0,1	12,5
S9	23,1	14,3	46,1	13,6	44,5	36,6	0,1	12,9
S10	23,4	13,6	49,3	11,9	41,9	33,4	0,1	12,6
S11	23,5	13,4	51,5	13,0	32,6	28,3	0,1	10,8
S12	23,9	12,0	56,9	11,8	21,7	19,8	0,2	6,6
S13	22,6	13,7	50,2	18,8	36,9	33,1	0,1	12,4

(23,6 et 34,3 g/kg MS). Il en est de même pour les teneurs en alcools, qui augmentent régulièrement au delà de la troisième semaine, pour atteindre la valeur maximale de 12,2 g/kg MS à la semaine S12.

#### 4.2.1.2.2 Cas du deuxième silo

La conservation du maïs dans le deuxième silo a duré 33 jours. Lors du desilage, la couleur du maïs notée était plus grisâtre que dans le premier, l'odeur de l'acide acétique plus forte, et le périmètre du front d'attaque moisi sur tout le long du silo. Ces zones moisies s'étendaient sur une couche de 5 cm en moyenne.

La teneur en MS, très faible à l'ouverture du silo (18 %), a augmenté progressivement à partir de la semaine S3, pour atteindre la valeur maximale de 23,9 % à la semaine S12. Par contre, le pH du fourrage a été maintenu constant (3,6) durant toute la période de l'essai (tableau 7).

Comme dans le cas du premier silo, la teneur en azote totale a eu tendance à diminuer. Parallèlement, la proportion d'azote soluble était en moyenne de 45 % de l'azote total, et n'a pas présenté de grandes variations. Il en est de même pour la teneur en ammoniac, restée plus ou moins constante, mais élevée (11 %), et pour les AGV, qui étaient présents en grandes quantités (moyenne 30 g/kg MS), en particulier l'acide acétique, qui a présenté une augmentation progressive à partir de la semaine S2 pour atteindre une valeur de 37,8 g/kg MS à la semaine S8.

#### 4.2.1.3 Composition chimique et valeur alimentaire du maïs ensilé

Le maïs du premier silo présente des teneurs en amidon et en cellulose brute respectivement de 20,7 et 24,9 % MS (tableau 8). La teneur en MAT est de 8,4 % MS.

Calculés sur la base des équations de prévision de la valeur alimentaire des ensilages de maïs données par Andrieu et Demarquilly (1987), la digestibilité de la matière organique est de 69 %, et la valeur de la densité énergétique est de 0,86 UFL/kg MS (tableau 9).

Dans le deuxième silo, le maïs présente des teneurs de 23,5, 28 et 8,5 % MS respectivement pour l'amidon, la cellulose brute et les MAT. Calculés de la même manière que la valeur alimentaire de l'ensilage de maïs dans le premier cas, la digestibilité de la matière organique et la densité énergétique du maïs présentent des valeurs respectives de 68,7 % et 0,86 UFL/kg MS.

#### 4.2.1.4 Qualité des foins distribués

La qualité du foin est variable. N'étant pas produit dans l'exploitation même, le foin provenait de trois exploitations différentes. Cependant, les teneurs en matière sèche ont toutes été en moyenne supérieures ou égales à 82 %, excepté dans certains cas où le foin présentait alors systématiquement des traces de moisissures.

Les foins présentaient également des différences de teneur en MAT, variant entre 8,4 et 12,3 % MS. Suite aux analyses de digestibilité de la matière sèche et de la matière organique, il a été constaté que celles-ci augmentaient d'autant plus que la teneur en MAT du foin était élevée (tableau 10).

#### 4.2.1.5 Estimation des quantités ingérées

Habituellement, les vaches en lactation recevaient une ration journalière composée de foin à volonté, complétée par 2 kg de mélasse et 2 kg d'un mélange maïs/soja (75/25). Cette ration a été complétée avec 280 g de CMV et 60 g de carbonate de calcium. Une autre ration en complément a été accordée aux vaches produisant plus de 15 kg de lait par



tableau 8. Composition chimique du maïs dans les deux silos (exploitation AR)

	MS (%)	MM	MAT	Amidon	CB	dMS	DMO	P	Ca	Mg	
		(% MS)					(%)	(%)	(g/kg MS)		
Ensilage n° 1	21,9	4,16	8,4	20,7	24,9	62,0	69	ND	0,7	2,5	
Ensilage n°2	21,7	3,70	8,5	23,5	28	61,4	68,7	2,3	0,8	2,5	

tableau 9. Valeurs alimentaires moyennes des deux ensilages de maïs (exploitation AR)

	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE
	(/kg MS)		(g/kg MS)		
Ensilage n° 1	0,86	0,75	18	52	75
Ensilage n° 2	0,86	0,75	18	52	74

UFL et UFV calculées à partir de l'équation M4 (Andrieu et Demarquilly, 1987) pour la prévision de la valeur alimentaire du maïs

tableau 10. Valeurs alimentaires des foins de *Choris gayana* distribués

	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE
	/kg MS		g/kg MS		
FOIN 1	0,56	0,46	31	69	75
FOIN 2	0,61	0,51	33	75	80
FOIN 3	0,59	0,49	24	54	69
FOIN 4	0,65	0,54	27	62	73
FOIN 5	0,52	0,42	28	63	70
FOIN 6	0,62	0,52	35	79	82

traite, et était constituée de 0,75 kg de tourteau de soja et d'un concentré de production (VL18) apporté à des quantités variables entre 3 et 6 kg.

#### **4.2.1.5.1 Quantités ingérées lors du desilage du premier silo**

Dès l'ouverture du premier silo, l'introduction du maïs dans l'alimentation s'est réalisée de manière progressive, la transition ayant duré environ deux semaines. De plus, les quantités distribuées ont été toujours limitées pour atteindre en moyenne une valeur de 6,4 kg MS au bout de la semaine S6 (figure 6).

Avant l'intégration du maïs ensilage dans la ration des vaches laitière, les fourrages constituaient une proportion de 33 % de la ration totale. Ensuite, le maïs ensilage a permis une augmentation de la proportion du fourrage dans la ration, atteignant alors 40 % de la ration totale dès la deuxième semaine d'intégration du maïs. L'augmentation des quantités ingérées de fourrages se traduisent par une ingestion intégrale de l'ensilage de maïs, alors que les quantités de foin ont eu tendance à baisser.

L'introduction de 2 kg (par animal et par jour) d'ensilage d'herbe dans l'alimentation des vaches laitières, à partir de la semaine S10, a fait baisser les quantités d'ensilage de maïs offertes. Cependant la proportion du fourrage dans la ration est restée plus ou moins stable. A partir de la semaine S11, du maïs en vert a également été introduit dans la ration. Les quantités distribuées n'ont néanmoins pas pu être évaluées.

#### **4.2.1.5.2 Quantités ingérées lors du desilage du deuxième silo**

Dans le cas du 2<sup>ème</sup> silo, seules les quantités de maïs ingérées ont pu être enregistrées. Les quantités journalière de maïs, offertes aux vaches en lactation, ont été en moyenne de l'ordre de 6,3 kg de matière sèche, mais certains jours, l'éleveur a remarqué des refus.

#### **4.2.1.6 Evolution de la production laitière**

##### **4.2.1.6.1 Evolution de la production laitière du troupeau**

La production laitière évolue avec le nombre de vaches traites. La courbe d'évolution de la production laitière journalière moyenne du troupeau (figure 7), montre une augmentation de la production à partir de la troisième semaine d'introduction du maïs ensilage dans la ration des vaches laitières. Cette augmentation de la production laitière coïncide avec l'apport de 4 kg MS d'ensilage de maïs et continue d'augmenter jusqu'à un maximum atteint entre la 6<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> semaine. Durant cette période, l'apport du maïs ensilage est à son maximum (6kg MS), mais deux vaches sont entrées en production. Après la semaine 9, la production a tendance à chuter progressivement avec la baisse des quantités de maïs offertes et l'introduction d'ensilage d'herbe

##### **4.2.1.6.2 Evolution de la productions laitière individuelle**

Lors de la distribution du maïs ensilage, dix-neuf vaches étaient en pleine lactation. Trois contrôles laitiers ont été enregistrés lors des mesures, le premier étant effectué deux semaines avant l'introduction du maïs ensilage et les deux autres, durant la 4<sup>ème</sup> et la 9<sup>ème</sup> semaine d'utilisation du maïs.

Cependant, malgré le stade avancé de la plus part des vaches en lactation, la moyenne du troupeau étant de 5,3 mois au premier contrôle et de 8 mois au dernier, la production laitière moyenne a peu diminué. Entre les deux premiers contrôles, la production moyenne a baissé de 5 %, et de 15 % entre les deux derniers.

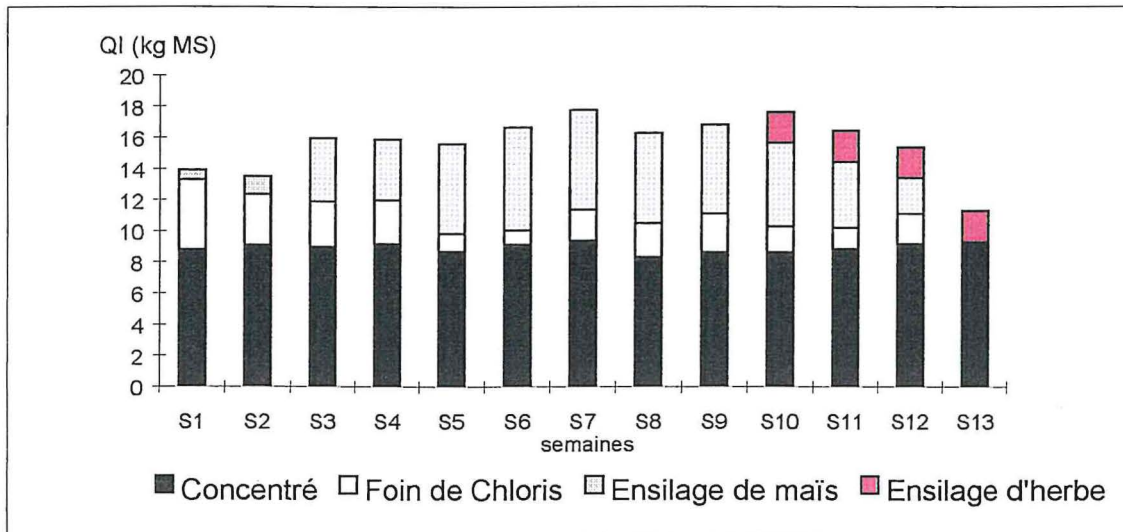


figure 6. Evolution des quantités ingérées de fourrages et de concentrés (exploitation AR)

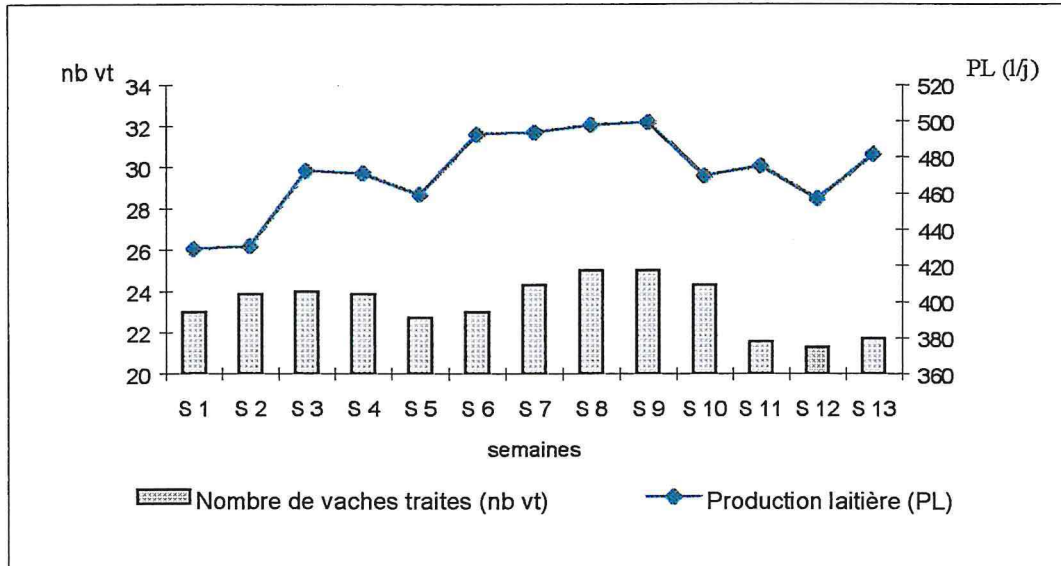


figure 7. Evolution de la production laitière journalière du troupeau en fonction du nombre de vaches en lactation (exploitation AR)

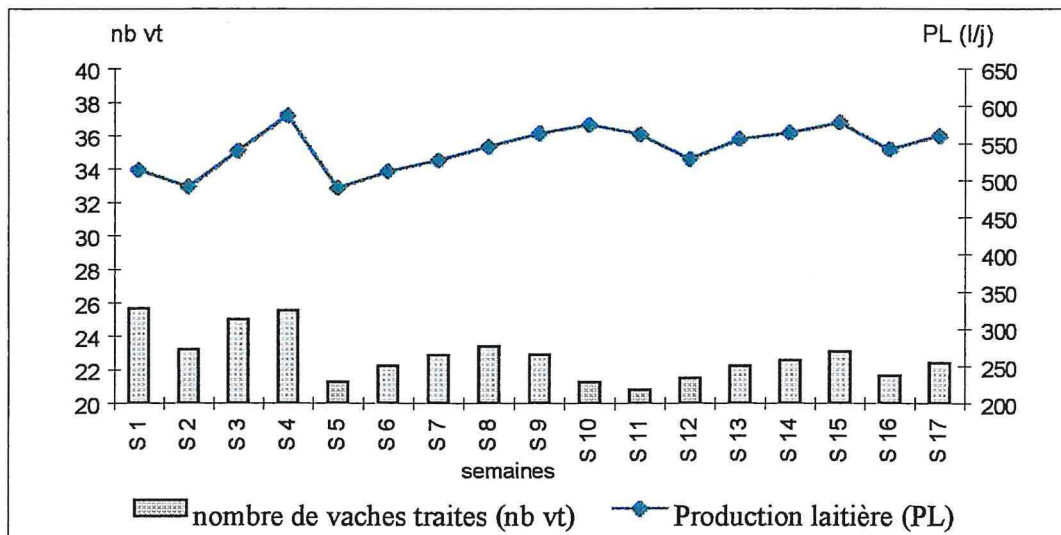


figure 8. Evolution de la production laitière journalière du troupeau en fonction du nombre de vaches en lactation au cours du dessilage du deuxième silo (exploitation AR)

Suivant le classement des vaches laitières en fonction de leur niveau productif les apports énergétiques et azotés sont différents. Il en résulte que les productions théoriques permises par la ration ne sont pas les mêmes.

Les vaches devant produire 15 kg de lait, reçoivent une ration ne permettant qu'une production de 9 kg de lait. Dans ce cas, l'azote se trouve limitant.

Il en est de même pour les vaches dont la production attendue est comprise entre 15 et 20 kg de lait. Dans ce dernier cas, les PDIN ne permettent qu'une production de 16 kg de lait.

Théoriquement, ceci n'est atteint que lorsque l'ingestion de l'ensilage est au plus fort (semaine S6).

Les vaches dont la production est comprise entre 20 et 30 kg de lait reçoivent une ration plus ou moins adaptée à leur potentiel. Cependant, celles dont le niveau productif est supérieur à 30 kg, l'énergie de la ration ne leur permet pas l'extériorisation du potentiel. Seules les vaches en début de lactation ont pu atteindre, voire dépasser, ce niveau.

Dans les deux dernières catégories ( $20 < PL < 30$  et  $PL > 30$ ), l'apport énergétique se trouve limitant.

#### **4.2.1.7 Production laitière au cours de l'utilisation du deuxième silo**

La production laitière dans ce dernier cas évolue avec le nombre de vaches traites (figure 8). Cependant deux incidents se sont produits au cours de l'expérimentation. Le passage d'une tempête tropicale au cours de la 5<sup>ème</sup> semaine, a provoqué une rupture d'approvisionnement en électricité, ce qui a empêché la traite complète des vaches. Cet aléa climatique a eu pour conséquence une baisse importante de la production laitière du troupeau. En effet, au cours des semaines précédentes, les vaches ayant une production moyenne mesurée de 25 kg/vache, n'ont pas retrouvé ce niveau moyen.

Un mois après, six cas de mammites se sont déclarés, dont plusieurs avec atteinte de tous les quartiers.

#### **4.2.2 Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation BI**

Deux récoltes sont réalisées à un intervalle de 35 jours. Les deux silos réalisés sont de type taupinière, dont le cubage est de 58,2 m<sup>3</sup> pour le premier silo et de 10,2 m<sup>3</sup> pour le deuxième (tableau 11). Quant aux variétés, le premier silo (Silo 1) contenait les variétés CHA, R215, SC502, SC509, SC621, alors que le deuxième seulement deux variétés (LOCAL et ZS225). Chacun des deux silos a été réalisé en une journée. Lors des récoltes, les teneurs en matière sèche du maïs étaient de 25 % et 26,9 %, respectivement dans les silos 1 et 2.

L'ensilage dans le premier cas a été conservé pendant une durée de 61 jours, et à partir de l'ouverture du silo, il a été distribué pendant une période de 88 jours. L'ouverture du deuxième silo, lequel a été fermé pendant 114 jours, vient juste après épuisement du premier. La distribution du maïs dans le 2<sup>ème</sup> cas n'a duré que 13 jours. L'ensilage n'a pas été utilisé dans son intégralité du fait du développement important de moisissures dans le silo et de la présence d'odeurs désagréables d'acide butyrique et de gasoil. Le carburant a été probablement introduit accidentellement dans le silo au moment de la récolte.

##### **4.2.2.1 Qualité de conservation de l'ensilage**

Dans le cas du premier silo, deux analyses fermentaires ont été effectuées à un intervalle de 36 jours (tableau 12). La première analyse a été réalisée 42 jours après ouverture du silo. La teneur en matière sèche, de 25 % à la récolte, était de 24 % lors de la première analyse et est passée à 27 % lors de la deuxième. Lors des deux analyses, le pH est resté bas, à la valeur de 3,6. La première analyse révèle des teneurs faibles en AGV ; celles en acide

tableau 11. Dimensions des silos

	Longueur	Largeur	Hauteur	Volume
Silo 1	12,3	4,3	1,1	58,2
Silo 2	5,5	3,7	0,5	10,2

tableau 12. Caractères fermentaires de l'ensilage de maïs dans les deux silos

	MS	pH	N total	NS/NT	NH3/NT	AGVT	C2	C4	Alcools	Ethanol
	%		g/kg MS	% N total		g/kg MS				
Silo 1										
J42	24	3,7	17,2	34,4	3	11,1	10,4	0,3	6,6	6,1
J78	27	3,6	15,4	43,8	4,4	16,3	14,3	1,6	16,4	15,9
Silo 2										
J4	24	3,5	14,3	44,1	3,9	17,4	15,3	1,7	10,3	9,8

dMO : digestibilité enzymatique déterminée par la méthode de Aufrère *et al.*(1983)

tableau 13. Composition chimique et valeur alimentaire de l'ensilage de maïs dans les deux silos (1 et 2)

	MS	MM	N total	MAT	CB	Amidon	dMO	UFL	PDIN	PDIE
	%	g/kg MS					%	g/kg MS		
Silo 1	25	50	14	87	224	220	61,8	0,76	53	76
Silo 2	26,9	54	15	92	228	124	63,7	0,77	56	77

tableau 14. Valeurs alimentaires et lait permis par la ration

	UFL		PDI	
	Apport	Lait permis	Apport	Lait permis
De S1 à la S5 (période sans maïs)	10	22,8	1 556	32,4
De la S6 à la S19 (période maïs)	12,2	27,8	1 679	35

butyrique et acétique étaient respectivement de 0,3 et 10,4 g/kg MS. La teneur en alcool était également très faible (6,6 g/kg MS) avec une dominance de la teneur en éthanol (6,1 g/kg MS). Lors de la deuxième analyse, les AGV, étaient présents en plus grande quantité, avec surtout une teneur en acide butyrique remarquable (1,6 g/kg MS). Les teneurs en acide acétique et en alcool ont également augmenté et sont passées respectivement à 14,3 et 16,4 g/kg MS.

La seule analyse effectuée sur le deuxième silo, au 4<sup>ème</sup> jour après ouverture du silo, a mis en évidence une forte teneur de l'ensilage en acide butyrique (1,7 g/kg MS) et d'acide acétique (15,3 g/kg MS). Par ailleurs, au cours du desilage, une forte odeur de rance (butyrique) associée à d'autres mauvaises odeurs, ont été bien remarquées. La mauvaise conservation du maïs dans ce silo a conduit à l'arrêt de sa distribution aux vaches, 13 jours après ouverture du silo.

#### 4.2.2.2 Composition chimique et valeur alimentaire

La teneur en cellulose brute moyenne de l'ensilage de maïs est de 22,4 % MS et 22,8 % MS respectivement dans les silos 1 et 2 (tableau 13).

Le maïs du premier silo, récolté à une teneur de 25 % MS, a une forte proportion d'amidon (22 %). Cependant, les teneurs en amidon des 5 variétés de maïs étaient variables, avec une teneur minimale de 16,4 % MS de la variété CHA, et une teneur maximale de 30,8 % MS pour la variété SC621.

En revanche, l'ensilage du deuxième silo, récolté à teneur en MS moyenne de 27 %, a une faible teneur en amidon (12,4 % MS). Les deux variétés de maïs présentaient de faibles teneurs en amidon de l'ordre de 13,8 et 11 % MS respectivement pour les variétés LOCAL et ZS225.

Par ailleurs, la digestibilité de la matière sèche de l'ensilage de maïs a été en moyenne de 62,8 et 63,9 % respectivement pour les silos 1 et 2. Ainsi les densités énergétiques ont été de 0,86 UFL pour le maïs du premier silo et 0,88 UFL pour le maïs du deuxième.

#### 4.2.2.3 Quantités ingérées des rations totales

Pendant la première période, les vaches laitières ont été alimentées à l'ensilage d'herbe en balle ronde. Les quantités ingérées par vache et par jour sont en moyenne à 3 kg MS. De plus, les animaux ont accès au pâturage de kikuyu. La quantité d'herbe ingérée par vache est également évaluée à 3 kg MS par animal et par jour. Durant cette phase, 12 kg de concentré (B45 et B75) de production sont ingérés, présentant une proportion de 67 % de la ration totale (figure 9).

Depuis la 6<sup>ème</sup> semaine (S6), l'introduction de l'ensilage de maïs s'effectue de façon progressive, pour atteindre une quantité maximale de 4 kg de MS à la 10<sup>ème</sup> semaine. Cette quantité de maïs représente environ 40 % du fourrage total. Ainsi la proportion de concentré dans la ration totale est de 51 %. A la semaine S11, la quantité de maïs offerte passe à 3,5 kg MS et reste stable jusqu'à la semaine S18.

La part du concentré a donc diminué dans la ration totale, en raison de l'augmentation du fourrage offert aux vaches. Ainsi, la distribution supplémentaire de 4 kg MS d'ensilage de maïs est suivie d'une baisse moyenne de 2 kg par vache de concentré offert.

A la semaine S13, de l'avoine et de la paille de canne à sucre sont apportées à des quantités respectives de 0,4 kg MS et 2,1 kg MS. Ensuite, à partir de la semaine S16, la quantité d'avoine apportée augmente progressivement pour atteindre une valeur maximale de 1,5 kg MS à la S19, en parallèle de la baisse des quantités de EBRE offertes. On assiste à une nouvelle baisse des quantités de fourrages distribuées qui passent à 10 kg MS à la 19<sup>ème</sup>

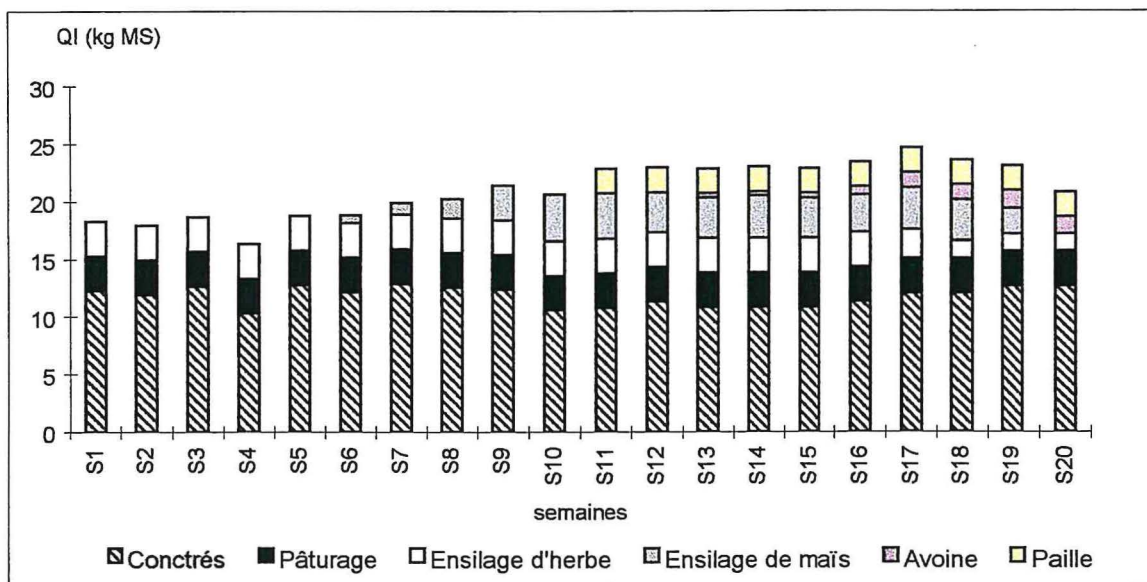


figure 9. Quantités de fourrages et de concentrés ingérées par les vaches laitières (exploitation BI)

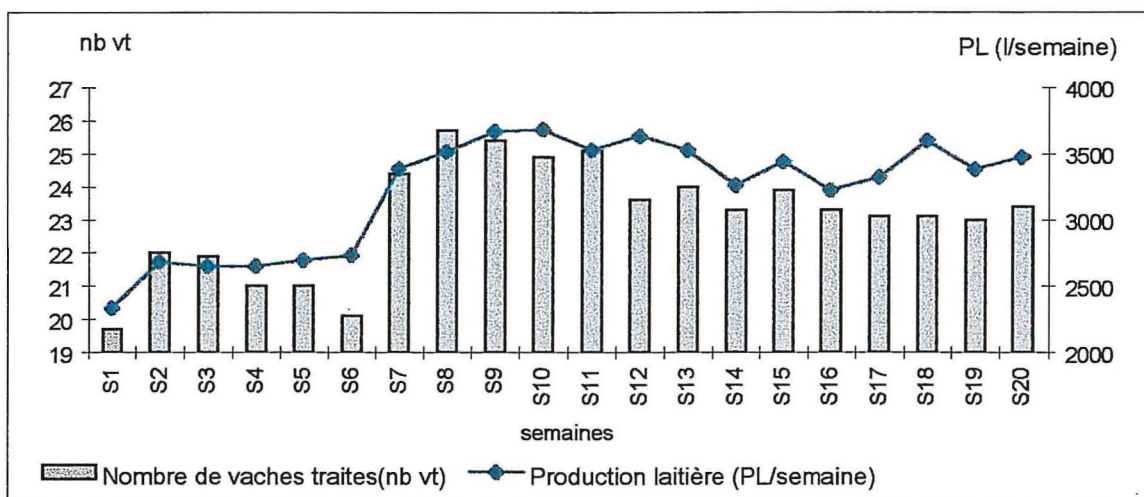


figure 10. Evolution de la production laitière hebdomadaire du troupeau en fonction du nombre de vaches traitées (exploitation BI)



semaine et 8 kg la semaine suivante. Par contre, les quantités de concentré offertes augmentent de 2 kg à partir de la semaine S17.

#### 4.2.2.4 Evolution de la production laitière

##### 4.2.2.4.1 Evolution de la production laitière du troupeau

Dès l'incorporation de l'ensilage de maïs dans la ration, à partir de la sixième semaine de l'essai, la quantité de lait produite par semaine a augmenté considérablement (figure 10).

Parallèlement, cinq vaches sont entrées en production entre les semaines S6 et S7. A la 11<sup>ème</sup> semaine (S11), la production laitière du troupeau a tendance à baisser progressivement, coïncidant avec l'introduction de 2,1 kg de paille de canne dans la ration et le tarissement de 4 vaches laitières. Ensuite, la production a tendance à augmenter de nouveau de manière progressive, avec l'apport d'avoine dans la ration.

##### 4.2.2.4.2 Les productions individuelles

La première période de l'essai a été effectuée avec un apport d'ensilage d'herbe en balles rondes en plus de l'affouragement des vaches sur pâturage de kikuyu. L'énergie de cet apport fourrager, avec une très large complémentation, permet théoriquement une production de 22,8 kg de lait par vache. Les apports azotés se trouvant excédentaires par rapport aux apports énergétique. En effet, la valeur PDIN de la ration totale calculée permet une production théorique de 32,4 kg de lait.

La deuxième phase consiste en l'introduction d'ensilage de maïs dans la ration fourragère. Dans ce cas, la ration totale, apporte plus d'énergie que durant la première phase, permettant ainsi une production théorique de 27,8 kg de lait. Comme dans la première phase, la ration se trouve non équilibrée avec un excédent azoté (tableau 14).

Le regroupement de l'ensemble des 28 vaches en lactation, selon des classes des phases productives, permet de déterminer deux lots de vaches :

- un lot comprenant 10 vaches, situées en fin de lactation, dont le stade moyen enregistré est de l'ordre de 36 semaines, lors du premier contrôle, et de 50, lors du dernier.
- le deuxième lot comprenant les vaches situées en milieu de lactation, dont le stade moyen enregistré est au moins de 6 semaines, lors du premier contrôle laitier, et de 15 semaines, lors du dernier

Durant la période de suivi, six contrôles laitiers ont été effectués, au cours des semaines S1, S4, S7, S11, S13 et S18.

Trois mesures de l'état d'engraissement des vaches ont été effectuées. La première mesure a été effectuée au cours de la semaine S6, début de l'incorporation de l'ensilage dans la ration, et les deux dernières respectivement aux semaines S12 et S16.

Pour le premier groupe (vaches en fin de production), les contrôles laitiers effectués lors de l'utilisation de l'ensilage de maïs montrent une stabilité de la production laitière, à 12,5 kg de lait, sur la période comprise entre les semaines S7 et S11. Ceci coïncide avec la phase transitoire de l'alimentation à l'ensilage de maïs jusqu'à l'atteinte de la quantité maximale disponible pour chaque vache. Une seule vache a montré une augmentation de 6 kg de lait pendant la semaine S11, maintenue pendant les deux semaines suivantes, malgré l'avancement de son stade de lactation (51 semaines lors de la semaine S11).

Au dernier contrôle laitier, la plupart des vaches de ce lot ont été tarées. Celles qui étaient encore présentes, au nombre de 5, ont subi une chute de leur production, celle-ci atteignant 10,8 kg, soit une baisse de 20 % entre les semaines S13 et S18 (figure 11). Cette

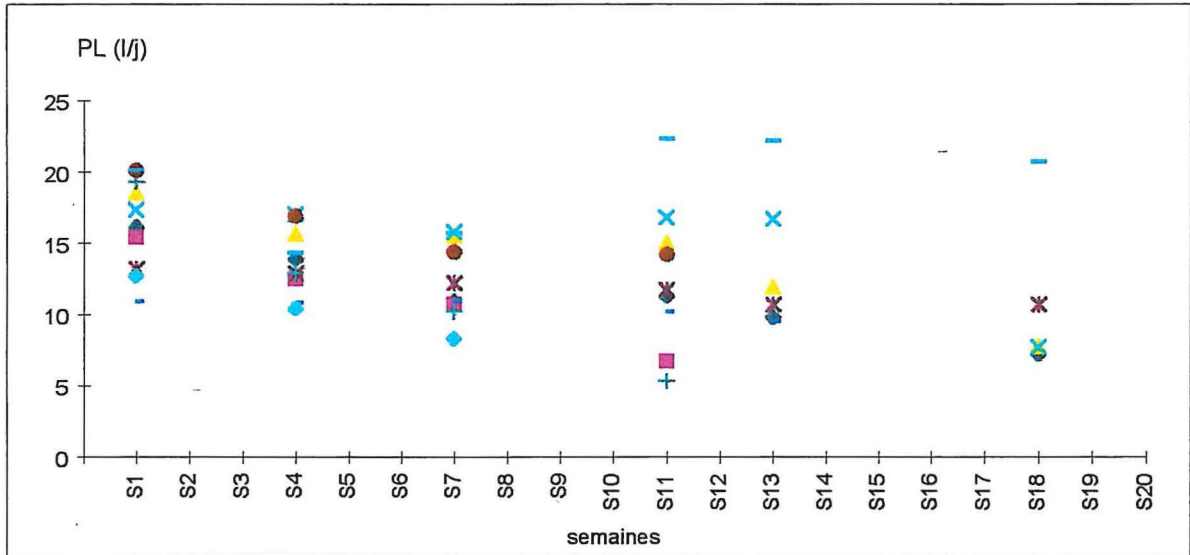


figure 11. Evolution de la production laitière individuelle des vaches en phase finale de lactation, selon les contrôles laitiers

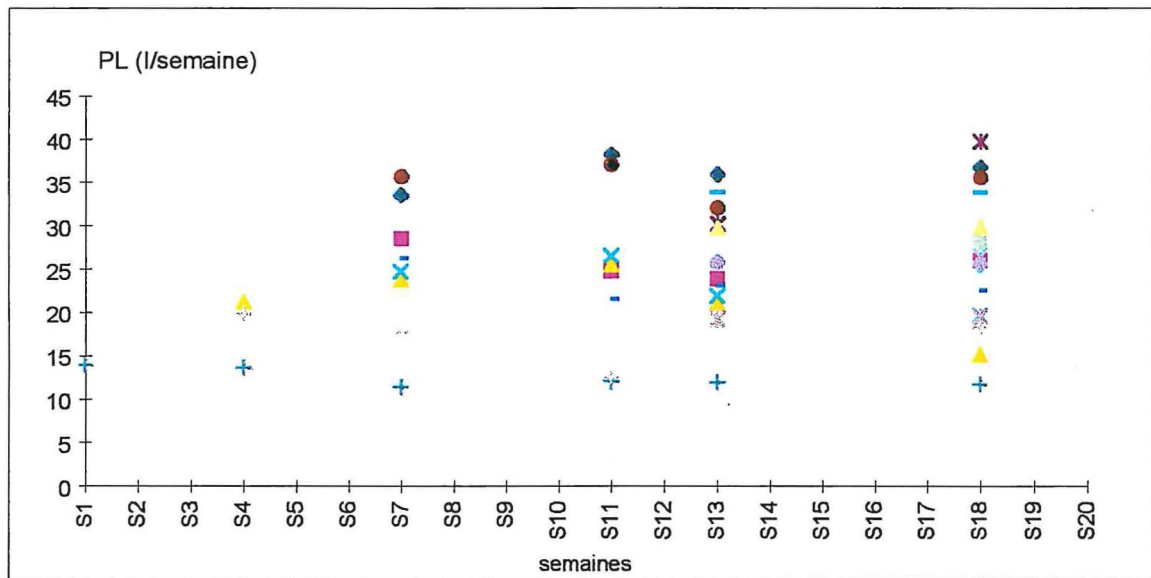


figure 12. Evolution de la production laitière individuelle des vaches en milieu de lactation, selon les contrôles laitiers

chute peut être liée à l'avancement de leur stade productif, celui-ci étant en moyenne de 50 semaines (350 jours) au dernier contrôle.

Les mesures de l'état d'engraissement de ce groupe, montre que la note d'état corporel moyenne est de 3 quelle que soit la date de mesure. Cependant deux vaches ont eu une note comprise entre 1,5 et 2 lors des mesures ; celles-ci avaient une production faible, entre 8 et 10 kg de lait, lors de la distribution de l'ensilage de maïs.

Le deuxième lot (vaches en milieu de lactation), présentait une production plus ou moins stable, de 26 kg de lait, durant toute la période d'ingestion de l'ensilage de maïs (figure 12), soit une durée de trois mois.

De la même manière, l'état d'engraissement des vaches, aux semaines S6, S12 et S16, a été évalué, celui-ci variant selon le niveau productif des vaches.

Les vaches, dont la production individuelle moyenne était comprise entre 30 et 38 kg de lait, présentaient un état d'embonpoint, évalué entre 1 et 2,5. Par contre, les vaches, dont les productions moyennes étaient inférieures à 25 kg de lait, ont reçu une note d'état d'engraissement comprise entre 3 et 4, exceptée une vache, qui présentait une production de 28 kg, enregistrée à la semaine S7, et qui a eu une note de 3,5, attribué la semaine précédente (S6).

Dans les deux cas, les productions des vaches, dont la production laitière correspond à la phase théorique de régression, sont maintenues au même niveau au cours de la phase de distribution de l'ensilage de maïs. Cependant, certaines vaches, appartenant aux deux lots, ont réagi en augmentant leur production individuelle, en particulier lorsque le niveau d'apport du maïs a été maximal (4 kg MS) représentant alors 40 % du fourrage de base.

#### **4.2.3 Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation BJ**

Le suivi chez l'éleveur BJ ne s'est effectué que sur un seul silo (58,2 m<sup>3</sup>) pendant une durée de 10 semaines. Le maïs a été conservé 201 jours avant utilisation. Les variétés de maïs récoltées et disposées dans le silo, au nombre de 7, étaient : R215, SC621, SC509, SC502, CHA, ZS225, ainsi qu'une variété locale. La récolte s'est déroulée en une seule journée et le maïs a été récolté à une teneur moyenne en matière sèche de l'ordre de 36,2 %.

##### **4.2.3.1 Qualité de conservation de l'ensilage**

Une première analyse fermentaire a été effectuée à l'ouverture du silo, et une deuxième, 44 jours plus tard.

A l'ouverture du silo, le fourrage était maintenu à pH bas (3,9), avec une teneur en MS estimée à 38 %. A la suite de la deuxième analyse, le pH a légèrement diminué (valeur 3,6). De plus, la valeur MS était moins élevée qu'au début du desilage (30 %).

Les teneurs en azote soluble et en ammoniac, sont du même ordre de grandeur que celui des valeurs de référence décrites dans les tables de l'INRA (1988), et étaient en moyenne de 40 % et 4 % de l'azote total, respectivement pour l'azote soluble et l'ammoniac (tableau 15).

Il en est de même pour les composés volatils lors de la première analyse, à l'exception de la teneur en acide butyrique, qui se trouve légèrement élevée (0,8 g/kg MS). Les teneurs en AGV, en particulier en acide acétique, et en alcools, sont plus élevées lors de la deuxième analyse.

##### **4.2.3.2 Valeur alimentaire de l'ensilage de maïs**

La teneur moyenne de l'ensilage en amidon était assez élevée, de l'ordre de 29 % en moyenne et la teneur en CB est restée légèrement élevée, en moyenne de 21 % MS.

tableau 15. Evolution des teneurs en éléments fermentaires de l'ensilage

	% MS	pH	Ntotal	NS/NT	NH3/NT	AGVT	C2	C4	Alcool	Ethanol
			g/kg MS				g/kg MS			
J1	38	3,9	11,4	40,4	4,2	12	10,9	0,8	7,5	7
J44	30	3,7	15,2	39,8	3,6	17,6	15,8	1,1	8,4	7,7

tableau 16. Apports énergétiques et azotés des rations

	UFL		PDIN		PDIE	
	Apport	Lait permis	Apport	Lait permis	Apport	Lait permis
De S2 à S11	11,8	<b>26,8</b>	1351	<b>28,1</b>	1 388	<b>28,9</b>
De S12 à S22	8	<b>18,4</b>	993	<b>20,7</b>	1 000	<b>20,8</b>
De S23 à S28	11,5	<b>26,2</b>	1235	<b>25,7</b>	1 358	<b>28,3</b>

Cependant, ces valeurs ont été variables suivant les variétés. La teneur en MAT était en moyenne de l'ordre de 7,6 g/kg MS et la teneur en matières minérales, de l'ordre de 4,2 % MS.

Pour les 7 variétés cultivées, la densité énergétique moyenne du maïs était de l'ordre de 0,88 UFL, la valeur maximale, enregistrée pour la variété SC621, étant de 0,93 UFL. Cependant cette variété présentait des teneurs en amidon de 32,3 % et de 17,9 % MS de cellulose brute.

#### 4.2.3.3 Quantités ingérées des rations totales

Les mesures d'ingestions sont effectuées sur une durée de 28 semaines, avec une période de distribution de l'ensilage de maïs qui s'est déroulée entre les semaines S2 et S11 (figure 13).

Durant une première période, les vaches laitières ont été en pâture, ingérant environ 1 kg de MS d'herbe, et ont reçu en moyenne 9 kg MS d'ensilage d'herbe (EBRE). Au cours de la semaine S2, les quantités d'ensilage de maïs distribuées ont été très limitées, la transition s'étant effectuée uniquement durant la première semaine où il ne représentait que 11 % du fourrage total. A partir de la semaine suivante (S3), les quantités de maïs ont augmenté jusqu'à la semaine S6, où elles atteignent 4,8 kg MS par animal et par jour, soit une proportion de plus de 50 % du fourrage total. L'augmentation de la part du maïs distribué coïncide avec une baisse des quantités offertes d'ensilage d'herbe en balles rondes enrubannées (EBRE), et une baisse d'environ 0,5 kg d'herbe ingéré au pâturage. Ceci explique la forte proportion du maïs, plus de 80 % du fourrage total, durant les semaines S8 et S9, pendant lesquelles la distribution de EBRE a été interrompue.

Les quantités de concentrés (B80 et B45) dans la ration totale ont été très considérables, leur proportion ayant toujours été comprise entre 50 et 60 %, atteignant même des proportions de plus de 70 % (S9). Malgré, une baisse de 1,2 à 2,2 kg de concentré en période de distribution du maïs ensilage, sa proportion dans la ration totale reste élevée, les quantités de maïs offertes en parallèle étant très faibles.

Après la période de distribution de l'ensilage de maïs, pendant la semaine S12, les vaches ont ingéré en moyenne 1,5 kg MS d'ensilage d'herbe et 0,5 kg MS d'herbe sur pâturage. Lors de la semaine suivante (S13), de la paille de canne à sucre a été offerte à raison de 1,9 kg MS par vache et par jour. Parallèlement, 0,5 kg de mélasse ont été ingérés. Ensuite, 1,5 kg MS de foin de *Chloris* et 2,5 kg MS de bagasse ont été apportés respectivement à partir des semaines S16 et S23. A partir de la semaine S23, un concentré composé de pulpes de betterave, coques de soja et bouchons de luzerne (PULCO) a été apporté à 1,6 kg, ainsi que 2,5 kg supplémentaires de mélasse.

#### 4.2.3.4 Evolution de la production laitière

##### 4.2.3.4.1 Evolution de la production laitière du troupeau

La production laitière au début de la distribution de l'ensilage de maïs, a augmenté rapidement (figure 14). Ceci est dû essentiellement à l'entrée en production de deux vaches. A partir de la semaine S6, la production n'augmente que très légèrement jusqu'à la semaine S8. Malgré l'entrée en production d'une vache à la 9<sup>ème</sup> semaine, la production a tendance à chuter progressivement. Cette période correspond à la baisse des quantités de maïs ensilage offertes aux vaches.

La chute importante de la production du troupeau se remarque à partir de la semaine S11, où l'apport de maïs est interrompu. De plus, les quantités de fourrage offertes ont été très basses, entre 2 et 4 kg MS par animal et par jour, sans qu'il y ait d'apport supplémentaire de

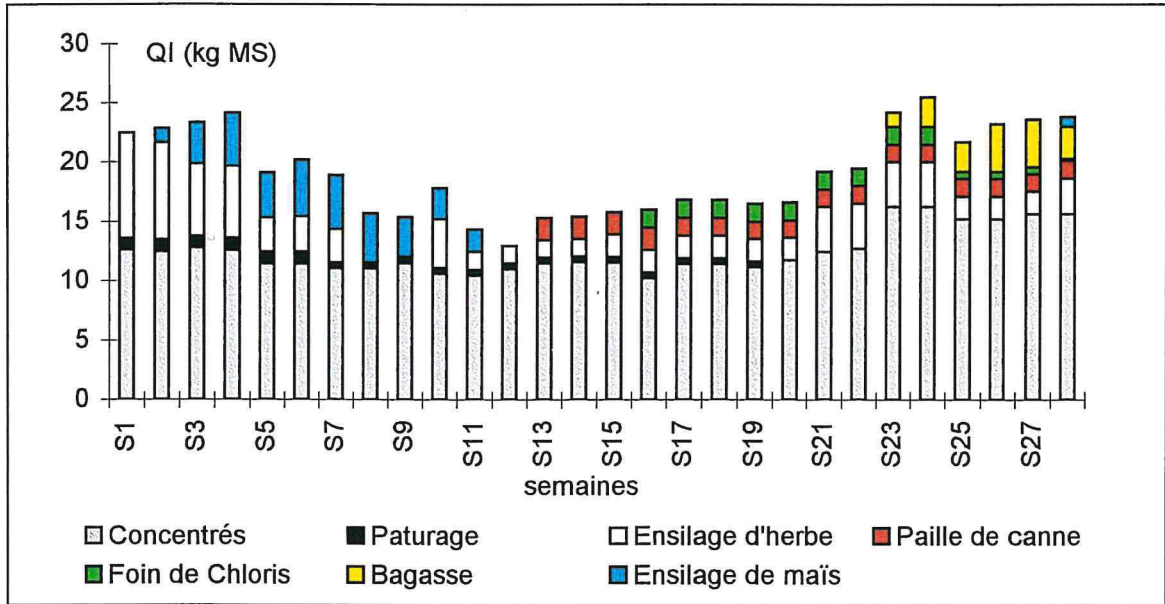


figure 13. Evolution des quantités ingérées de fourrages et de concentré (exploitation BJ)

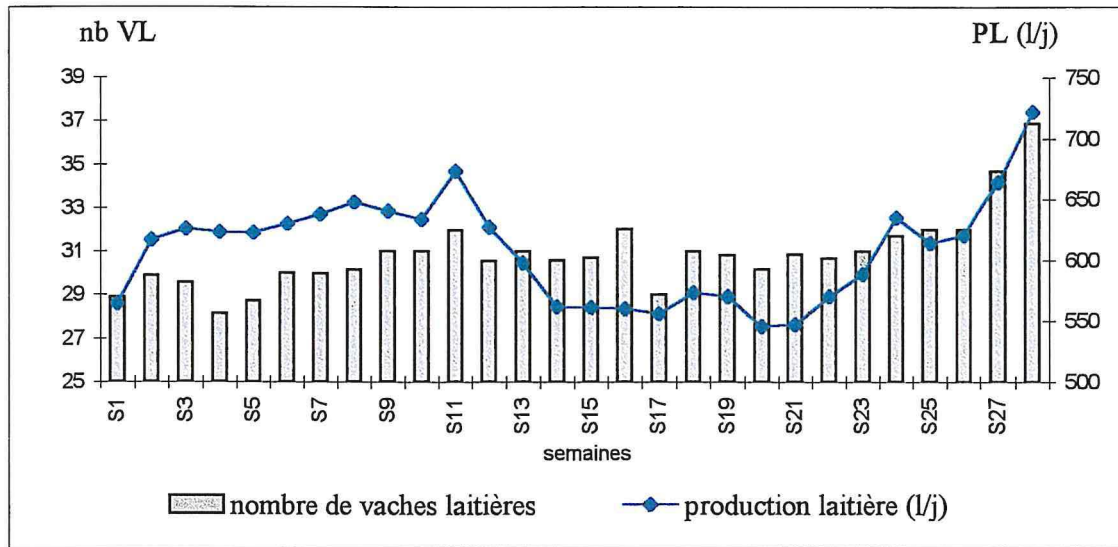


figure 14. Evolution de la production laitière journalière en fonction du nombre de vaches laitières (exploitation BJ)

concentré. L'apport faible du fourrage est maintenu jusqu'à la 15<sup>ème</sup> semaine. La production laitière augmente à nouveau après la semaine S21, à partir de laquelle l'ensilage d'herbe est apporté en plus grandes quantités (3,8 kg MS), et le concentré total est augmenté progressivement pour atteindre une quantité moyenne de 15,6 kg à la S27. Parallèlement le nombre de vaches en production a été en augmentation.

#### 4.2.3.4.2 Evolution de la production laitière individuelle

Lors de l'introduction de l'ensilage de maïs dans la ration, l'apport azoté a dépassé celui de l'énergie. Théoriquement, l'énergie de la ration totale au cours de la phase d'apport du maïs, permet une production de 26,8 kg de lait (tableau 16). Cependant, au cours de l'essai, après la phase de distribution du maïs, deux phases peuvent être distinguées :

- Une première phase (S12 à S22), où l'apport énergétique de la ration chute, ne permettant qu'une production théorique de 18,4 kg de lait. L'apport azoté y est toujours excédentaire et permet une production de 20,7 kg de lait. Cette phase coïncide avec l'introduction dans la ration, de paille de canne et de foin de *Chloris* en faibles quantités, sans que l'apport de concentrés ne change.
- A partir de la semaine S23, l'apport énergétique a nettement augmenté avec l'incorporation supplémentaire dans la ration de 1,6 kg d'un concentré (PULCO) et de 2,5 kg de mélasse. La production permise par l'énergie de la ration dans ce dernier cas a été de l'ordre de 26,2 kg de lait, mais de 25,7 kg par l'apport azoté.

Le niveau productif des vaches est assez élevé, estimé en moyenne à 27 kg de lait pour les multipares et de 20 kg de lait pour les primipares. Cependant, des productions comprises entre 35 et 40 kg de lait ont été remarquées chez deux vaches multipares (quatrième lactation), dans un intervalle de stades productifs compris entre la 4<sup>ème</sup> et la 17<sup>ème</sup> semaine de lactation, soit en milieu de lactation.

Les figures 15 et 16 montrent l'évolution de la production laitière de chaque vache en lactation. Celles-ci, au nombre de 22, ont été choisies, d'une part, parce que leur production enregistrée lors des contrôles laitiers coïncide avec la période de mise à disposition d'ensilage de maïs, d'autre part, parce que leur phase théorique de régression de la production laitière s'échelonne plus ou moins sur toute la période de l'essai.

Lors du premier contrôle laitier effectué, la phase de lactation moyenne des 22 vaches considérées, est de 12 semaines. A la fin de l'essai, elle est de l'ordre de 35 semaines.

L'ensemble des vaches choisies sont réparties en deux catégories : les multipares et les primipares, et pour chacune des vaches, trois notes d'état corporel sont respectivement attribuées aux semaines S2, S6 et S11 (période de distribution de l'ensilage de maïs).

La production moyenne des vaches multipares est estimée entre 28 et 30 kg de lait entre les semaines S6 et S11 (figure 15). Cette période correspond à la phase de distribution du maïs. Ensuite, la production chute de 7 kg de lait à partir de la semaine S13, coïncidant avec la période de moindre apport de fourrage. Elle peut être justifiée par le fait que les vaches considérées ont des productions élevées et que l'apport énergétique est limité. Cependant, la production moyenne se stabilise entre les deux contrôles laitiers effectués aux semaines S17 et la S23, puis augmente légèrement lors du contrôle suivant (S28). A partir de la semaine S15, les quantités de fourrages offertes augmentent progressivement, puis suit une supplémentation en concentrés lors de la semaine S20.

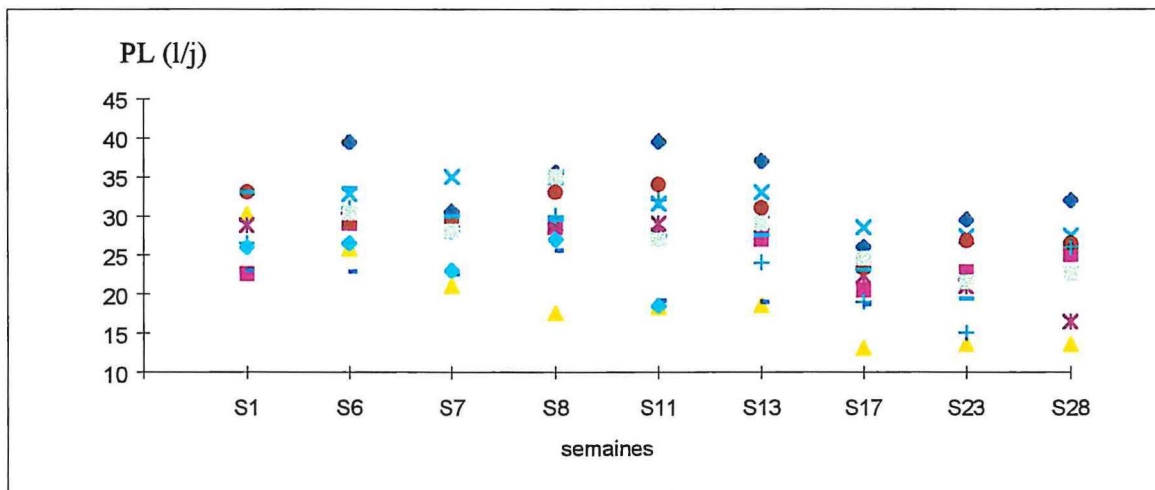


figure 15. Evolution de la production laitière individuelle des vaches multipares, selon les contrôles laitiers (exploitation BJ)

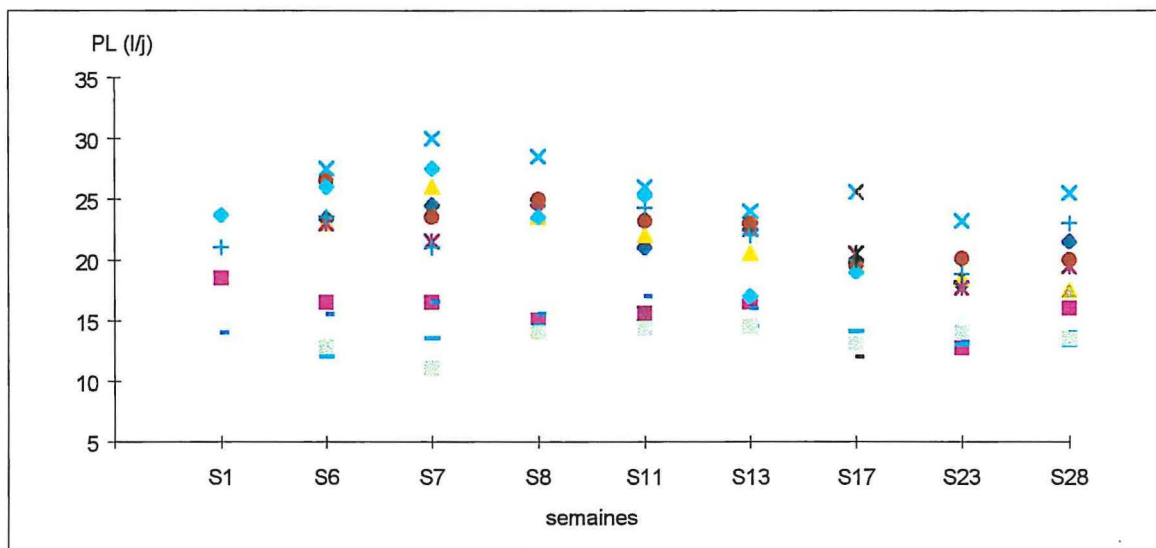


figure 16. Evolution de la production laitière individuelle des vaches primipares, selon les contrôles laitiers (exploitation BJ)



La note d'état corporel estimée pour chacune des vaches de ce groupe varie entre 1,5 et 2,5. Une seule vache, dont les productions enregistrées à la S8 et S11, étaient respectivement de 17 et 18 kg de lait, avait une note d'état corporel évaluée à 1,5 à la S11

Concernant les primipares (figure 16), le stade moyen lors du premier contrôle laitier de la semaine S6 est de 12 semaines, et lors du contrôle de la semaine S28, de 33 semaines. La production moyenne du lot présente une stabilité au cours de la période d'alimentation en maïs (moyenne 21 kg). Durant la période de moindre apport fourrager (sans ensilage), la production moyenne a tendance à chuter progressivement, mais de manière moins brutale que celle des multipares. Lors du dernier contrôle laitier, correspondant à un apport supplémentaire en fourrage et en concentré, une légère hausse de la production moyenne est remarquée.

Pour ce groupe de vaches, les notes d'état corporel varient entre 1,5 et 4, selon le niveau productif et le stade de lactation

#### **4.2.4 Utilisation de l'ensilage de maïs dans l'exploitation BE**

Deux récoltes successives ont été effectuées à deux semaines d'intervalle et deux silos ont été mis en place. Quatre variétés ont été récoltées pour le premier silo (ZS225, 93WE11SR, CHA, SC502) et cinq autres pour le deuxième (LOCAL, POOL9A, POOL9B, SC509, SC621).

La première récolte a été effectuée au cours de trois jours consécutifs (31 mars, 1 et 2 avril 1997). Le maïs en cette période a été récolté à une teneur moyenne en matière sèche de l'ordre de 22,2 %. La deuxième récolte s'est déroulée sur deux jours (15 et 16 avril 1997), et le maïs était plus mature que dans le premier cas, la teneur étant de 30,1 % MS. Dans chacun des cas, les silos ont été fermés au bout du dernier jour de récolte. Les deux silos sont de type "taupinière" et ont été mesurés (tableau 17).

##### **4.2.4.1 Qualité de conservation de l'ensilage de maïs**

###### **4.2.4.1.1 Caractéristiques du premier silo**

Le premier silo a été ouvert après 114 jours de conservation. Deux prélèvements ont été effectués sur l'ensilage à 42 et 73 jours après ouverture du silo. Les échantillons sont analysés pour déterminer les critères fermentaires de l'ensilage (tableau 18).

Il a été remarqué que, lors des deux analyses, la teneur en matière sèche de l'ensilage était supérieure (25 - 27 %) à celle du maïs lors de la récolte (22 %), probablement suite à la concentration de la matière sèche au cours de la conservation en raison de pertes des jus. Le pH mesuré lors des deux prises est resté stable (3,7).

Les teneurs en azote soluble et en ammoniac étaient respectivement de 39,9 et 2,9 % de l'azote total lors de la première analyse, et de 34,4 et 3,9 % de l'azote total lors de la deuxième. En somme, les teneurs en azote soluble et en ammoniac étaient moyennes et n'ont pas dépassé les proportions respectives de 50 et 5 % de l'azote total.

Les teneurs en AGV totaux, faibles au départ (10 g/kg MS), ont été importantes lors du 2<sup>ème</sup> échantillonnage (20,6 g/kg MS). La teneur en acide acétique est passée de 9 g/kg MS à 18 g/kg MS lors de la deuxième analyse. La teneur en acide butyrique, faible lors de la première analyse (0,6 g/kg MS) est passée à 2,2 g/kg MS lors de la deuxième analyse. Il en est de même quant à l'évolution de la teneur en alcools, passée de 4,3 g/kg MS à 8 g/kg MS, principalement par augmentation de la teneur en éthanol, elle-même passée de 3,8 à 7,5 g/kg MS.

tableau 17. Dimensions des silos

	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)
Silo 1	11,4	5,9	0,75
Silo 2	9,9	4,5	1

tableau 18. Evolution des caractères fermentaires de l'ensilage de maïs dans le silo 1

	% MS	pH	azote total	N soluble/N total	AGV total	C2	C4	Alcools
			g/kg MS		g/kg MS			
J 42 de l'ouverture	27	3,7	11	39,9	10	9	0,6	4,3
J 73 de l'ouverture	25	3,7	12,6	34,4	20,6	18	2,2	8

tableau 19. Evolution des caractéristiques fermentaires de l'ensilage dans le silo 2 suite aux analyses effectuées 6, 27 et 40 jours après l'ouverture

	% MS	pH	Ntot	NS/NT	NH3/NT	AGVT	C2	C4	Alcools
			g/kg MS			g/kg MS			
J6	29	3,6	12,9	35,8	3,8	12,6	11,9	0,3	17,1
J27	30	3,7	11	41	2,5	12,5	11,6	0,5	11,8
J40	29	3,7	12,6	38,4	2,6	14,5	13,2	0,9	12,8

tableau 20. Composition chimique et valeur alimentaire du maïs ensilage plante entière dans le cas des deux silos

	MS	MM	N total	MAT	CB	amidon	dMS	dMO	UFL	PDIN	PDIE
	%	g/kg MS					/kg MS				
Silo 1	22,2	69	12	78	278	178	55,7	53,7	0,76	48	70
Silo 2	30,1	54	11	70	253	191	58,9	57,6	0,80	43	70

tableau 21. Apports énergétiques et azotés et quantités de lait permises par la ration selon les phases (avec ou sans maïs)

	UFL		PDIN		PDIE	
	apport	Lait permis	apport	Lait permis	apport	Lait permis
De S1 à S5 (sans maïs)	9,3	21	1 472,2	30,7	1 324,7	27,6
De S6 à S17 (période maïs)	12,6	28,7	1 711,4	35,7	1 613,4	33,6
De S18 à S31 (sans maïs)	12,4	28,3	1 835,2	38,2	1 781	37,1

#### 4.2.4.1.2 Caractéristiques du deuxième silo

La conservation du maïs a duré 175 jours (tableau 19). La teneur moyenne en matière sèche, de 30 % à la récolte, n'a évolué que très peu (entre 29 et 30 % MS), comme le montrent les trois analyses, effectuées à trois semaines d'intervalle pour les 2 premières, la deuxième et la dernière étant espacées ensuite de 2 semaines. Le premier échantillon a été prélevé 6 jours après l'ouverture du silo.

Comme pour la teneur en matière sèche, le pH est resté stable et relativement bas (entre 3,6 et 3,7). Les teneurs en éléments de fermentation se trouvaient à des niveaux corrects, et n'ont présenté que de faibles variations. Seuls les AGV ont présenté une augmentation, néanmoins sans excès (tableau 19).

Ce silo s'est bien conservé tout au long de son utilisation, contrairement à ce qui a été remarqué dans le cas du premier silo. Les bonnes teneurs en éléments fermentaires sont probablement reliées à la bonne teneur en matière sèche de l'ensilage (30 %).

#### 4.2.4.2 Valeurs alimentaires

##### 4.2.4.2.1 Composition chimique et valeur alimentaire de l'ensilage de maïs

La distribution du maïs ensilage s'est effectuée sur une durée de quatre mois de façon continue jusqu'à épuisement du deuxième silo. Cependant, suite aux analyses effectuées lors de la mise en silo, l'ensilage dans le premier cas n'a pas les mêmes valeurs alimentaires que dans le deuxième (tableau 20).

L'ensilage de maïs du premier silo présente une faible teneur en amidon (17,8 %) mais une plus forte proportion de cellulose (27,8 %). Ces valeurs sont des moyennes estimées entre les différentes variétés. Cependant, les teneurs en éléments chimiques entre variétés ont été différentes. La variété « 93WE11SR » présente la plus forte proportion en CB, de 30,8 % MS, mais aussi une faible teneur en amidon (18,2 % MS).

L'ensilage de maïs du deuxième silo présente une teneur en amidon de 19 %, relativement faible, sachant que la teneur en MS du fourrage est de 30 %. Néanmoins, la valeur de l'amidon varie entre les 5 variétés présentes, la plus forte teneur ayant été enregistrée pour la variété SC509 (23 % MS) et la plus faible pour la variété « LOCAL » (11,9 % MS). La teneur moyenne en cellulose brute est de 25,3 % MS, mais, là aussi, les teneurs varient en fonction des variétés.

Les teneurs moyennes de l'ensilage de maïs en cellulose brute et en amidon dans chaque silo vont de paire avec la densité énergétique, celle-ci étant de 0,78 et 0,80 UFL respectivement dans les silos 1 et 2. Ces valeurs peuvent être expliquées par la non maturité du maïs dans le premier silo, alors récolté à une teneur en MS de l'ordre de 22 %.

Les teneurs en matières azotées totales ont été en moyenne de l'ordre de 7,8 % MS et 7 % MS, respectivement dans les silos 1 et 2. La valeur PDIE est identique dans les deux cas et est de l'ordre de 70 g/kg MS. La valeur PDIN est de 48 g/kg MS dans le cas du premier silo et de 43 g/kg MS pour l'ensilage dans le deuxième silo. Enfin les teneurs en matières minérales étaient de 6,9 et 5,4 % MS respectivement dans les silos 1 et 2.

##### 4.2.4.3 Evolution des quantités ingérées

Au début de l'essai, avant l'incorporation de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des vaches en lactation, celles-ci recevaient entre 1,2 à 1,3 kg de bouchons de luzerne et ont été conduites au pâturage. Les quantités d'herbe ingérées durant cette période ont été évaluées à 5

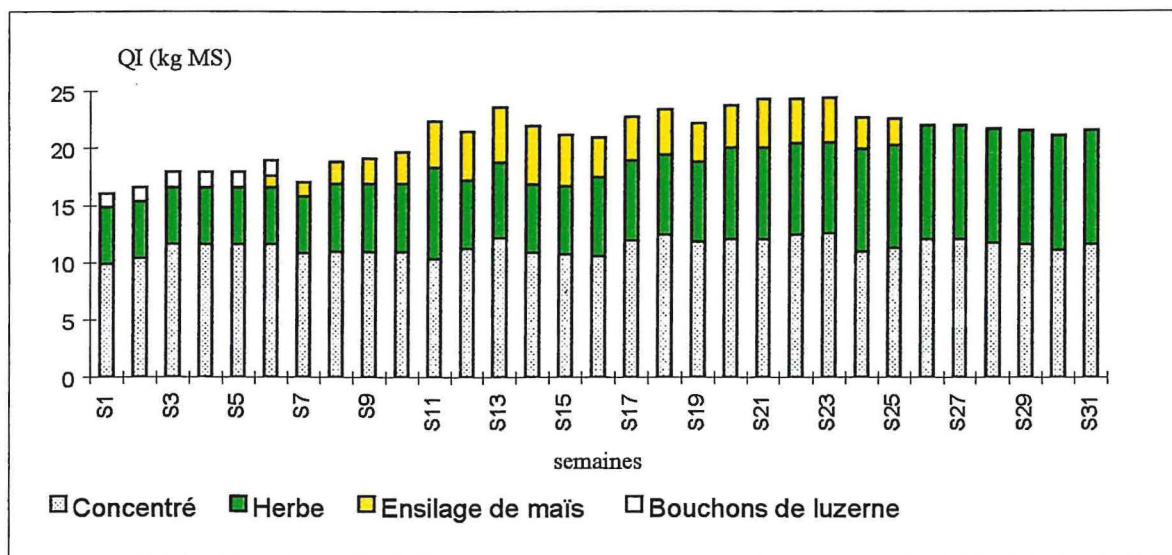


figure 17. Evolution des quantités de fourrages et de concentré ingérées par les vaches en lactation (exploitation BE)

kg MS par animal et par jour. Parallèlement, de la brisure de riz et un concentré de production (B45) sont apportés à des quantités respectivement de 1,5 et 10 kg

Les bouchons de luzerne n'ont plus été distribués à partir de la deuxième semaine de distribution de l'ensilage de maïs.

L'incorporation du maïs ensilage dans la ration journalière des vaches en lactation s'est effectuée de façon progressive pour atteindre une valeur maximale de 5 kg MS au cours de la semaine S14. A partir de la semaine suivante, les vaches ingéraient en moyenne 4 kg de MS d'ensilage de maïs, ce niveau d'ingestion étant maintenu sur une durée de 9 semaines, mais les quantités distribuées étaient limitées.

Les quantités de fourrages ingérées par les vaches en lactation ont nettement augmenté au cours de la distribution de l'ensilage de maïs, les plus fortes ayant été remarquées lors de la distribution de 4 kg MS d'ensilage de maïs. Dans ce cas, les quantités moyennes de fourrage ingérées sont passées de 6,3 kg MS (avant la distribution du maïs) à environ 10 à 12 kg MS durant la période d'alimentation avec le maïs. Au pâturage, l'ingestion de l'herbe est passée de 5 kg MS avant, à 7 kg MS en moyenne, durant la période de distribution de l'ensilage de maïs (figure 17).

Les quantités de concentrés ingérées sont restées élevées, malgré la baisse de leur proportion dans la ration totale, de 64 % à 54 % lors de l'utilisation du maïs. La quantité de concentré de production (B45) a diminué d'environ 1 kg par animal lors de la distribution de l'ensilage de maïs. Parallèlement, 900 g de tourteaux de soja sont rajoutés dans la ration, et, la quantité de brisure de riz a été augmentée d'1 kg à partir de la semaine S13.

#### 4.2.4.4 Evolution de la production laitière

Les rations offertes aux vaches en lactation permettent des productions différentes (tableau 21). Dans un premier temps, la production laitière, théoriquement permise par l'énergie de la ration totale, est de l'ordre de 21 kg de lait. Cette estimation est réalisée entre les semaines S1 et S5, phase correspondant à la période précédant l'apport de l'ensilage de maïs.

Durant la période de distribution de l'ensilage de maïs, l'énergie moyenne de la ration totale permet, théoriquement, une production plus élevée que celle de la période précédente. L'énergie de la ration totale permet une production théorique de 28,7 kg de lait.

Pendant la dernière phase, correspondant à l'alimentation des vaches sur pâturage uniquement, sans apport d'ensilage de maïs, la ration totale permet une production théorique de 28,3 kg de lait. Les hauts niveaux productifs, en particulier en début de lactation, sont enregistrés avec des productions comprises entre 25 et 30 kg de lait, et sont parfois même dépassés.

Dans les trois phases considérées, les apports azotés sont excédentaires par rapport aux apports énergétiques des rations. Ceci est dû notamment, pendant la période de distribution de l'ensilage de maïs, à l'apport de tourteaux de soja.

Au cours de l'essai, le nombre de vaches traites change. La production laitière du cheptel augmente de manière importante avec l'entrée en lactation d'un certain nombre de vaches (figure 18). De ce fait, l'impact de l'apport du maïs ensilage sur la production laitière du troupeau est difficile à estimer.

Sur les 24 vaches laitières de l'exploitation, seulement 8 se trouvaient en pleine lactation tout au long de l'essai. La phase théorique de régression de la production laitière de ce lot coïncide avec la période de distribution de l'ensilage de maïs. Les productions laitières individuelles sont enregistrées lors des contrôles laitiers, effectués à des intervalles de 42 jours. Les contrôles laitiers correspondent aux semaines S1, S6, S13, S25 et S31 (figure 19).

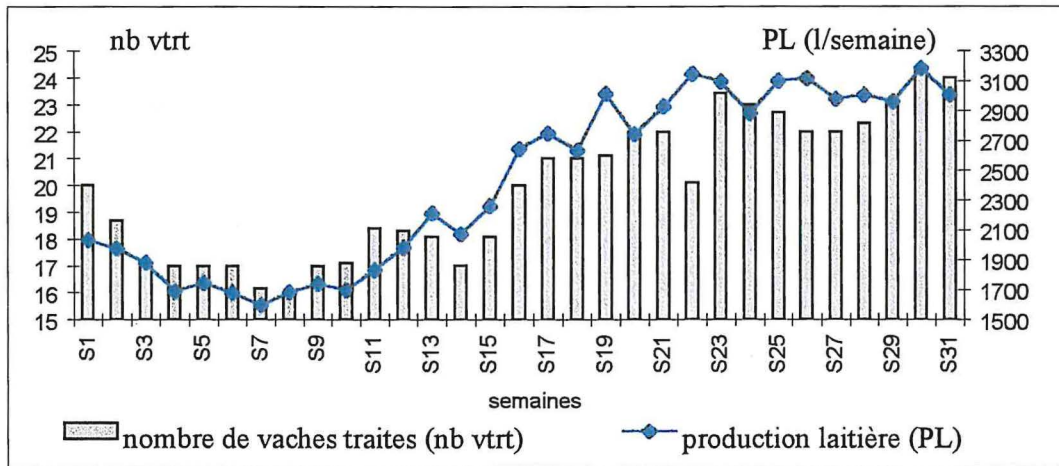


figure 18. Production laitière hebdomadaire moyenne du troupeau en fonction du nombre de vaches traites (exploitation BE)

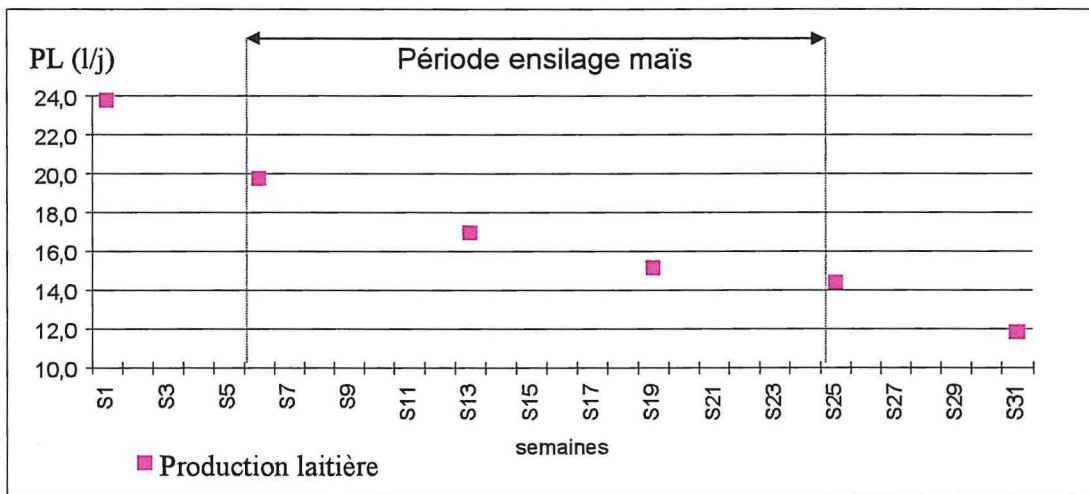


figure 19. Evolution de la production laitière du lot des 8 vaches au cours de la deuxième moitié de la lactation (exploitation BE)

Entre les semaines S6 et S25, les vaches ont reçu de l'ensilage de maïs, le stade moyen de lactation de ce lot à partir de la semaine S6 étant en moyenne de 12 semaines (3<sup>ème</sup> mois), et de 37 semaines lors du dernier contrôle effectué au cours de la semaine S31.

L'évolution de la production laitière moyenne de ce lot montre que, la chute de la production laitière du lot a été de l'ordre de 17 % entre les semaines S1 et S6 (période sans maïs), de 14 % entre les semaines S6 et S13, et enfin de 11 % entre les semaines S13 et S19. Cependant au cours des dernières semaines d'alimentation à l'ensilage de maïs (entre S19 et S25), la chute n'a été que de 5 %. Enfin un dernier contrôle effectué pendant la semaine S31, montre que la production laitière baisse d'environ 18 %, les vaches ne disposant plus d'ensilage de maïs entre les semaines S25 et S31.

En parallèle, le taux butyreux, présentant une augmentation entre les semaines S1 et S6, s'est stabilisé ensuite entre les semaines S6 et S13 à un niveau de 34 g/kg de lait. Lors du contrôle suivant (S19), il a augmenté d'environ 2 g/kg de lait, et lors du dernier (S31), est passé à 40 g/kg de lait.

## 5. Valeur alimentaire des variétés de maïs

### 5.1 Détermination des proportions des organes végétatifs

Les proportions des différentes parties des plants de maïs, pour chaque variété, exprimés par rapport à la matière sèche de la plante entière, sont illustrées dans le tableau 22. La plus forte proportion de la tige, de 37,6 % MS de la plante entière, est celle de la variété SC707. Cette proportion correspond également à la plus forte proportion de feuilles (19,4 % MS de la plante entière), mais aussi à la plus faible proportion de l'épi entier par rapport à la plante entière (43 % MS). La teneur en grains est de 22,6 % MS de la plante entière, mais cette valeur n'apparaît pas comme étant la plus faible comparativement aux autres variétés.

La proportion moyenne des grains entre les variétés est de 29,31 % (+/-3,7 points). Cette valeur correspond à une proportion moyenne de l'épi de l'ordre de 48,3 % (+/- 3,4 points). Une seule variété (SC621) présente une forte teneur en grain, de l'ordre de 36,6 %. A cette valeur correspond une proportion moyenne de la tige de 33 % MS de plante entière et de 14,4 % MS de feuilles. Cette proportion de feuilles est cependant la plus faible comparativement aux autres variétés.

Les teneurs en éléments chimiques, exprimés par rapport à la matière organique, sont illustrées dans le tableau 23. Il apparaît que les teneurs en cellulose brute sont relativement fortes, la valeur maximale étant de 279 g/kg MO (IR6117) et la valeur minimale enregistrée de 222 g/kg MO (SC621), avec une valeur moyenne de 252 g/kg MO.

La teneur moyenne en amidon est de l'ordre de 178 g/kg MO. Les teneurs en amidon, correspondantes aux valeurs maximale et minimale de la teneur en CB sont de l'ordre de 150 g/kg MO et 166 g/kg MO respectivement. La teneur de 150 g/kg MO est la plus faible comparativement aux autres variétés.

Enfin, la teneur moyenne en matières azotées totales (MAT) est de 71 g/kg MO. Cette valeur a varié entre variétés de 51 g/kg MO pour la variété PAN6195 à 92 g/kg MO pour la variété PAN6191

### 5.2 Détermination de la valeur alimentaire des variété de maïs

L'application des équations de prédiction de la valeur alimentaire, révèlent que la digestibilité de la matière organique est en moyenne de 69,2 % selon l'équation M1, et est de 68 et 67,9 % selon les équations M3 et M4 respectivement.

Les valeurs énergétiques moyennes calculées sont de 0,85 UFL (0,74 UFV) lors de l'application de l'équation M1 et de 0,83 UFL (0,72 UFV) suite à l'application des équations M3 et M4.



tableau 22. Proportions des organes végétatifs des plants de maïs, selon les variétés

variétés	% MS	Poids des organes aériens (g MS)				Proportions des MS des organes (%)				
		tige	feuilles	epis	grains	%MS tige	%MS feuilles	%MS epis	%MS grains	grains/épi
PAN6191	30.7%	104.7	51.7	150.6	87.8	34.02%	16.88%	49.10%	28.70%	58.39%
PAN6195	26.9%	96.4	49.4	123.30	73.20	35.81%	18.47%	45.72%	27.30%	59.71%
IRAT340	33.0%	104	59.7	166.1	86.4	31.46%	18.17%	50.37%	26.49%	52.41%
SC707	35.3%	132.3	68.2	152.5	103	37.55%	19.42%	43.03%	29.12%	67.56%
IR6117	28.5%	96.2	49.1	140.1	78.4	33.76%	17.33%	48.91%	27.65%	56.62%
SC621	31.7%	105.8	44.6	167	115.1	32.89%	14.40%	52.71%	36.62%	69.42%
moyenne	31.0%	106.6	53.8	149.9	90.7	34.2%	17.4%	48.3%	29.3%	60.7%

tableau 23. Composition chimique et valeur alimentaire des variétés de maïs déterminée par les équations de prédiction M1, M3 et M4 d'après Andrieu (1995)

VAR	P_MS	MO	DCS	CB <sub>o</sub>	MAT <sub>o</sub>	AM <sub>lo</sub>	DMO1	DMO3	DMO4	UFVs1	UFVs3	UFVs4	UFLs1	UFLs3	UFLs4
IR6117	32.3	0.93	56.8	279	78	150	68.0	65.9	65.5	0.71	0.67	0.66	0.82	0.78	0.77
IRAT340	31.8	0.95	61.1	235	69	181	70.0	67.4	67.1	0.77	0.71	0.71	0.87	0.82	0.82
PAN6191	32.1	0.95	60.5	280	92	162	68.8	68.7	68.5	0.73	0.73	0.73	0.84	0.84	0.83
PAN6195	31.7	0.95	61.4	271	51	208	66.7	66.3	66.0	0.70	0.69	0.68	0.80	0.80	0.79
SC621	34.0	0.95	64.9	222	77	166	71.3	69.7	69.8	0.79	0.76	0.76	0.89	0.86	0.87
SC707	32.4	0.95	67.5	225	62	202	70.1	70.0	70.2	0.77	0.77	0.77	0.87	0.87	0.87

# DISCUSSION

## DISCUSSION

### 1. Place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins d'après les éleveurs : résultats des enquêtes

Dans un premier temps, la pratique de l'ensilage de maïs à la Réunion se trouve confrontée à plusieurs difficultés, mises en évidence lors de l'enquête.

Les exploitations laitières enquêtées sont pour la quasi totalité installées dans les Hauts de l'île entre 800 et 1 100 m d'altitude. Il en est de même pour les élevages allaitants installés à des altitudes comprises entre 800 et 1 200 m. Dans le cas de ces élevages, le maïs est cultivé sur des parcelles éloignées de l'exploitation, ce qui peut constituer une première contrainte, dans une situation où les éleveurs se trouvent obligés de combler le déficit fourrager à une certaine période de l'année (saison sèche fraîche).

Plusieurs difficultés sont rencontrées lors de la culture du maïs. Celle-ci ne peut être réalisée qu'à une seule période de l'année, durant l'été, exposant la culture aux aléas climatiques, cyclones et sécheresses, d'autant plus que les exploitations des Hauts ne bénéficient pas de réseaux d'irrigation. De ce fait, les rendements lors de la récolte sont relativement faibles, malgré des pratiques culturales apparaissant plus ou moins favorables. La réalisation de l'ensilage de maïs dans les Hauts de l'île peut donc être onéreuse. Cette moindre rentabilité de la pratique culturale se trouve accentuée par une topographie défectueuse (terrains en pente), ce qui rend la mécanisation des opérations de mise en culture et surtout de récolte difficiles. L'ensemble de ces difficultés a été décrit par Brunshwig (1991) et Mandret et Bigot (1991).

De plus, les surfaces cultivées en maïs sont très faibles (2 ha en moyenne par exploitation). Sachant que les rendements sont très faibles, les quantités distribuées aux vaches en lactation sont donc très limitées. Or, on compte en moyenne 29 vaches laitières par exploitation. De ce fait, les apports en maïs ensilage des troupeaux restent limités, à une époque où les apports d'autres fourrages sont déficitaires.

Dans les élevages engraisseurs, deux catégories sont distinctes. La première regroupe les exploitations installées dans des zones non irriguées. Ces derniers ont mis en place des cultures de maïs en été. En dépit des risques cycloniques, les rendements se trouvent très faibles. Sachant que les surfaces de maïs sont relativement faibles, les quantités de maïs ensilage réalisées sont très limitées, comme dans le cas des exploitations laitières. Dans ces circonstances, l'utilisation de l'ensilage de maïs se limite dans l'année, à quelques lots de taurillons en finition.

Cependant, une deuxième catégorie correspond aux éleveurs engraisseurs réalisant des cultures de maïs dans des zones irriguées. Les rendements enregistrés sont considérables, pouvant atteindre 17 tonnes MS/ha. Sur des surfaces, même restreintes (en moyenne 2 ha), plusieurs récoltes sont réalisables dans l'année (3 en moyenne). L'utilisation de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des taurillons est plus importante et peut concerner une plus grande part du troupeau sur une période plus longue.

La pratique de l'ensilage de maïs ne se trouve donc favorable que dans certaines situations, essentiellement dans les Bas de l'île qui sont irrigués. La possibilité d'installer des réseaux dans les hauts peut favoriser la productivité du maïs dans les Hauts et éventuellement plusieurs récoltes dans l'année. Dans ce cas, l'irrigation n'est donc pas à négliger, comme l'a souligné Brunshwig (1991).

Par ailleurs, l'opération de récolte est généralement mal maîtrisée. Quel que soit le mode de ramassage (mécanique ou manuel), la durée de récolte d'un hectare de maïs est en moyenne de 8 heures soit une journée entière.

Dans le cas du mode manuel, une main d'œuvre importante est mobilisée (7 personnes en moyenne) pour sa réalisation, et seul une ensileuse ou un broyeur sont utilisés.

Lors des récoltes mécanisées, l'utilisation d'une seule ensileuse mono-rang et d'un nombre limité de tracteurs rend l'opération peu efficace. Le passage des engins agricoles est en plus probablement ralenti par la verse de la végétation, qu'elle soit d'origine pathologique ou d'origine climatique, et les difficultés d'accès rendent la mécanisation non complète.

En outre, dans les situations où les rendements sont faibles sur des surfaces moyennes de 2 à 3 hectares, un seul silo est réalisé et n'est fermé qu'au bout de 2 à 3 jours, ce qui pénalise la qualité de conservation de l'ensilage. Or, il est bien préconisé lors de la réalisation de tout ensilage, une fermeture rapide du silo après une journée de récolte (Demarquilly *et al.*, 1998 ; Dulphy, 1984).

Ainsi, outre les difficultés techniques rencontrées lors de la récolte, des rendements faibles sont constatés. Les techniques de conservation sont également non conformes aux préconisations.

Dans un second temps, les performances des bovins signalées par les éleveurs, dépendent des types d'élevages, des objectifs attendus et des niveaux d'apport de l'ensilage de maïs dans les rations des animaux.

Dans les ateliers d'engraissement, l'apport de l'ensilage de maïs vient en général en remplacement d'autres fourrages en phase de finition des taurillons, et pouvant diminuer l'apport des concentrés de production. Au contraire, dans les élevages laitiers, l'apport de l'ensilage de maïs vient en complément fourrager des rations des vaches en lactation au cours des périodes difficiles. Les quantités offertes se trouvent de cette manière très limitées. Il en est de même dans les élevages allaitants.

Le résultat essentiel ressenti par les éleveurs engraisseurs est un gain de croissance des animaux, supérieur à celui des animaux alimentés avec d'autres fourrages. Les valeurs enregistrées sont de 300 à 500 g de gain supplémentaire. Elles correspondent à des gains individuels enregistrés sur de courtes périodes, au bout desquelles des pesées sont réalisées par la SICA-REVIA.

Dans les élevages laitiers aucune amélioration de la production laitière n'est réellement remarquée lors de la distribution de l'ensilage de maïs. Ce résultat est principalement dû aux faibles quantités distribuées (3 à 4 kg MS en moyenne), aux quantités importantes d'aliments concentrés et parfois aux trop courtes périodes d'utilisation (inférieures à 2 mois). Par contre, dans les situations où l'ensilage de maïs est offert durant des périodes minimales de 3 mois, de légères améliorations des productions ont été ressenties. De même un meilleur état corporel des vaches en lactation est ressenti.

De ces résultats il ressort que l'alimentation incorporant de l'ensilage de maïs est plus bénéfique aux gains de production des animaux à l'engrais qu'aux animaux laitiers.

Enfin, la mise en place de l'ensilage de maïs à la Réunion n'est pas seulement dépendante des contraintes et des avantages de ce fourrage, mais aussi des raisons propres aux éleveurs. Ainsi, cette pratique ne peut être instaurée que si les éleveurs sont motivés et suffisamment organisés.

Or il ressort de cette enquête que les éleveurs ne sont pas toujours très motivés. Ils se trouvent en effet contraints de constituer un stock fourrager pour faire face au déficit hivernal. Le maïs ensilage peut répondre à ce problème grâce à un certain nombre d'avantages que soulignent les éleveurs. En effet, constituant un fourrage de bonne qualité et de haute valeur énergétique, qui plus est facile à distribuer, il constitue donc un fourrage intéressant, permettant de réaliser des économies de temps de travail et de concentrés de production. Selon l'orientation des exploitations (laitier ou engraisseur), l'amélioration des performances des animaux ont également été soulignées.

Cependant, les éleveurs estiment que le coût de réalisation de ce fourrage est excessivement élevé, d'autant plus que les conditions climatiques peuvent entraîner des pertes de récolte importantes. De plus, la mécanisation et l'acquisition du matériel ne sont pas systématiques pour la mise en place de la culture. Ce problème est d'autant plus important que le matériel (semoir et ensileuse) est détenu par le CIRAD ou l'AFP, ce qui rend difficile l'utilisation sur l'unique période où la culture est envisageable. De ce fait, l'organisation du travail de cette culture n'est pas toujours très satisfaisante. Il serait donc plus intéressant que les éleveurs s'organisent en CUMA ou en entraide pour l'acquisition du matériel adéquat. Dans ce cas, l'établissement d'un calendrier d'utilisation est nécessaire à l'organisation et la bonne gestion du matériel. Sinon, la location de matériel à une entreprise peut également constituer une solution afin de remédier aux problèmes mécaniques.

Face à cette situation, une majorité des éleveurs est prête à poursuivre la pratique de l'ensilage de maïs. En revanche, suite à un certain nombre d'échecs, des éleveurs ont arrêté cette pratique. Les surfaces souvent trop petites (<1 ha), l'absence de réseau d'irrigation dans les Hauts et le manque d'organisation ont en effet conduit à de faibles rendements et à une mauvaise rentabilité de la culture.

Les conditions de poursuite de cette pratique doivent donc s'orienter à l'avenir vers une mécanisation adéquate et organisée, une généralisation de l'irrigation sur toute l'île permettant de réaliser au moins 2 cultures annuelles, et une augmentation des surfaces exploitées de façon à obtenir de meilleurs rendements. Les stocks fourragers seraient dans ces conditions plus importants et donc utilisables sur des périodes plus longues.

## **2. Comparaison des coûts de l'ensilage de maïs**

Les enquêtes menées auprès des éleveurs ont permis de dégager les coûts globaux et leur répartition en frais de mécanisation, de main-d'œuvre et d'intrants. Le poids de chacune de ces trois composantes est différent selon la situation des exploitations et la topographie des parcelles plantées en maïs.

Quelle que soit l'exploitation, la proportion des charges dues aux intrants est relativement basse (entre 20 et 32 %), mais les coûts ramenés à l'hectare sont très variables.

Dans le cas de l'exploitation A, l'application d'engrais et d'herbicides constitue près de la moitié du coût dû aux intrants. Ce constat est encore plus marqué dans le cas de l'exploitation B, où ces postes représentent environ 67 % des frais d'intrants. En revanche, les frais des intrants de l'exploitation C sont dus essentiellement à l'irrigation (24 %).

Pour les deux premières exploitations, une diminution des apports en fertilisants et en produits phytosanitaires permettrait peut être une réduction du coût global sans pour autant entraver les rendements de la culture. En revanche, l'irrigation est nécessaire à l'obtention de rendements corrects et il serait justifié de l'intégrer dans d'autres exploitations. Néanmoins, l'installation de réseaux d'irrigation ne dépend pas seulement des éleveurs, mais aussi des collectivités locales.

Le coût de la main d'œuvre se trouve relativement fixe dans les trois situations et est en moyenne de 4 536 F/ha (+/- 245). Cette valeur est relative aux choix des orientations de systèmes de travail (mécanique ou manuel) et le nombre d'opérations effectuées, ce qui explique la proportion variable du budget attribué à la main d'œuvre dans les frais globaux (31 à 65 %). Néanmoins ces valeurs sont à relativiser. En effet, les calculs ont été réalisés selon l'hypothèse où toutes les personnes ayant travaillé sont rémunérées. Or, dans les exploitations A et C, les exploitants et leurs associés d'une part et les personnes travaillant en entraide d'autre part ont été comptabilisés. Si la rémunération de ces personnes n'est pas effectuée sous forme de salaire, les frais de main-d'œuvre sont inférieurs à ceux énoncés, voire nuls.

Enfin, le niveau de mécanisation détermine la proportion des frais induits dans le coût global. L'exploitation A est en effet très peu mécanisée (15 % du coût global), alors que les deux autres le sont entièrement. Dans ces deux derniers cas, la mécanisation constitue le poste majeur des dépenses globales (37 et 48 %). La situation défavorable de certaines parcelles (pentues, accidentées, de petites surfaces et difficiles d'accès) limite la mécanisation et oblige les exploitants à faire appel à une main-d'œuvre supplémentaire nécessaire pour faciliter le passage des engins et effectuer le travail dans les endroits inaccessibles. Ces contraintes liées à la mécanisation justifient les frais de main-d'œuvre supplémentaires de l'exploitation B. Par ailleurs, les frais de mise en service des engins agricoles sont évalués sur la base d'un matériel personnel ou emprunté. Si l'exploitant est contraint de louer le matériel, les frais de mécanisation seront alors plus importants. Par contre, les frais du matériel personnel peuvent être réduits s'il y a possibilité de réutilisation sur d'autres cultures, diminuant ainsi les frais d'amortissements.

Les coûts globaux obtenus sont essentiellement variables en fonction du niveau de mécanisation. Ainsi l'exploitation A non mécanisée dépense 7 324 F à l'hectare, alors que les exploitations B et C, entièrement mécanisées, ont un coût global d'environ 14 000 F/ha. A titre comparatif, des dépenses de 13 895 F/ha et 18 400 F/ha, signalées respectivement par Mandret et Bigot (1991) et Desvals (1992), ont été effectuées pour la réalisation d'ensilage de maïs dans des exploitations entièrement mécanisées. Les coûts calculés pour les trois exploitations sont donc dans la moyenne, voire inférieurs dans le cas de l'exploitation A. Cependant, une prime sur la conservation des fourrages en ensilage, de 35 F/m<sup>3</sup>, est accordée par l'AFP à ses adhérents à hauteur de 4 200 F. L'exploitation B en est bénéficiaire, ce qui réduit le coût global de 6 %, alors de 13 647 F/ha.

A partir du rendement du maïs, le coût du kilogramme de matière sèche a pu être évalué. Les valeurs sont très variables et oscillent entre 0,80 et 4 F/kg MS. L'exploitation A (non mécanisée), située dans les Bas, dans une zone non irriguée a produit le kilogramme de MS d'ensilage de maïs à 1,80 F. Cette même exploitation avait réalisé en 1992 le kilogramme de MS d'ensilage de maïs à 3,04 F (Desvals, 1992). Par ailleurs, l'exploitation C, entièrement mécanisée, également située dans les Bas mais dans une zone irriguée, a en revanche produit le kilogramme de MS à 0,80 F. Cette différence est essentiellement due au meilleur rendement de l'exploitation C (16 tonnes MS par hectare pour C, 4,05 tonnes MS par hectare pour A).

L'exploitation B, réalise de l'ensilage de maïs à 4 F/kg MS. Cette exploitation, entièrement mécanisée, située dans une zone non irriguée des Hauts, produit 4,03 tonnes de MS par hectare. Le coût du kilogramme de MS peut être réduit à 3,4 F en tenant compte de la prime accordée par l'AFP. En revanche, une exploitation située dans les mêmes conditions a produit le kilogramme de MS d'ensilage de maïs à 1,54 F pour un rendement de 9 tonnes de MS par hectare (Mandret et Bigot, 1991). De ce fait, la rentabilité économique de

l'exploitation B n'est pas très satisfaisante. Il serait peut être envisageable de réaliser de l'ensilage dans les zones irriguées des Bas, ou de minimiser le coût des intrants et/ou de la main-d'œuvre pour obtenir une rentabilité meilleure dans les Hauts de l'île.

### **3. Place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins d'après les suivis zootechniques dans les élevages laitiers**

La qualité de l'ensilage de maïs apporté aux vaches en lactation, de valeur passable en général, dépend de plusieurs paramètres. Les résultats obtenus dans chaque exploitation ont permis en effet de mettre en évidence une influence des variétés, des conditions de récolte et des modes de desilage.

Ainsi, la teneur en matière sèche du maïs récolté varie entre 22 et 36 %, en fonction des conditions climatiques les jours précédant la récolte et des variétés cultivées.

En effet, dans le cas du suivi effectué dans l'exploitation AR, la première récolte est réalisée précocement et après une journée pluvieuse, induisant la conservation du maïs au stade laiteux-pâteux et à une teneur en matière sèche de 21,9 %. Des conditions climatiques pluvieuses entraînent donc une teneur en matière sèche plus faible. Dans ce cas, l'effet variété n'a pas d'influence, car la récolte n'a concerné qu'une seule variété. Ce résultat confirme celui de Mandret et Bigot (1991), qui ont montré que cette même variété de maïs, récoltée également en période humide, ne permet pas d'obtenir des teneurs en MS élevées (22,3 %). Dintinger *et al.* (1997) signalent également que l'humidité excessive dans les Hauts de l'île entraîne des récoltes du maïs dans un intervalle relativement large, de 24 à 35 % de teneur en matière sèche.

Lors des suivis effectués dans les autres exploitations laitières (BE, BI et BJ), les récoltes des différentes variétés ont toutes été réalisées dans les mêmes conditions climatiques. Chaque silo a été rempli avec plusieurs variétés, qui diffèrent selon le silo considéré. Or les moyennes évaluées dans chaque silo étaient comprises entre 22 et 36 % MS. Cette forte variabilité peut donc s'expliquer par les différentes variétés mélangées dans les silos. Dans ce cas, l'effet variété est donc bien mis en évidence.

Par ailleurs, les mesures des teneurs en matière sèche de l'ensilage au cours de son utilisation montrent qu'il y a généralement augmentation au fur et à mesure des desilages. Ceci est d'autant plus vrai que le fourrage est humide lors de la récolte, comme le confirme la synthèse de Dulphy (1984). Ceci s'explique par un écoulement des jus, en particulier dans le cas de fourrages dont la teneur en matière est inférieure à 25 % lors de la récolte. Des écoulements de 40 à 60 l de jus sont prévus par m<sup>3</sup> d'ensilage (Cultivar-Elevage, 1992). Ces jus perdus entraînent une proportion plus élevée de la matière sèche dans le fourrage total.

Une variabilité des teneurs en matière sèche est également constatée au cours des desilages de certains silos. Ceci peut être le fait d'une répartition hétérogène des variétés de maïs récoltées.

La qualité des ensilages concerne également les teneurs en éléments fermentaires et leur évolution tout au long de l'utilisation. En effet, après ouverture des silos, l'augmentation des teneurs en AGV, surtout en acide acétique, et des teneurs en alcools peut être reliée à la reprise des fermentations, car les prélèvements d'échantillons s'effectuent sur le front frais du silo. La vitesse de desilage du silo a donc une influence sur le degré de reprise des fermentations et les teneurs en éléments fermentaires. Ainsi, les desilages sont généralement préconisés sur des tranches de 10 cm minimum en hiver et de 20 à 25 cm en été (AGPM, 1991 ; Harrison et Blauwieke, 1994), afin d'éviter la reprise rapide du développement des micro-organismes, des levures et des moisissures. Or, à la Réunion, l'utilisation de l'ensilage de maïs

sur une longue durée et la confection de silos de petites dimensions font que le desilage journalier s'effectue par tranches de 10 cm en moyenne (valeur comprise entre 5 et 17 cm selon les exploitations). Ainsi la reprise de fermentations indésirables a baissé la qualité de conservation et concourt à une diminution de l'ingestion.

Cependant, la teneur élevée en acide butyrique constatée lors de certaines analyses, laisse supposer une contamination ponctuelle de l'ensilage par des spores butyriques, apportées probablement par la terre lors de la mise en silo. En effet, un maïs en ensilage qui présente une bonne aptitude à la conservation, ne doit pas présenter de développement de bactéries butyriques, en particulier, lorsque ce fourrage est récolté à une teneur en MS supérieure ou égale à 30 % MS (Demarquilly, 1986). Les bonnes pratiques de mise en place des silos sont donc mal respectées, et dans la majorité des situations il a été remarqué l'absence d'aire bétonnée autour des silos.

Finalement, la qualité de l'ensilage, incluant la teneur en matière sèche et l'évolution des caractéristiques des fermentations, dépend de plusieurs paramètres : les conditions de récolte du maïs, indépendantes de l'éleveur, et les pratiques de l'éleveur (choix des variétés et des pratiques de conservation). En conclusion, les pratiques culturales et de conservation sont mal maîtrisées par certains éleveurs, ce qui entraîne une mauvaise valorisation de ce fourrage.

Enfin, la qualité de l'ensilage est déterminée par sa valeur énergétique. En France métropolitaine, la valeur énergétique optimale du maïs utilisé en ensilage pour l'alimentation des vaches laitières est de 0,90 UFL/kg MS (Barrière, 1997). En revanche, les résultats ont révélé qu'elle varie selon les situations, mais n'atteint généralement pas la valeur de 0,80 UFL/kg MS. Ceci est dû aux pratiques culturales mal maîtrisées d'une part, et aux variétés cultivées d'autre part. En effet, les variétés utilisées dans le contexte local, présentent une teneur élevée en cellulose brute et une teneur faible en amidon. En parallèle, la digestibilité de la matière organique se trouve faible, ce qui induit une valeur énergétique relativement faible (Hébert *et al.*, 1996). Par ailleurs, les ensilages réalisés sont issus d'un mélange de plusieurs variétés. Les valeurs énergétiques correspondent donc aux moyennes évaluées entre plusieurs variétés récoltées dans les mêmes conditions. L'utilisation de variétés dont la valeur énergétique est faible défavorise la valeur alimentaire globale du silo.

Seuls les ensilages d'un exploitant (AR) ont présenté des valeurs satisfaisantes, de 0,89 et 0,88 respectivement pour les variétés « HIRO » et « CORSAIRE », mises en silo séparément. Ces valeurs sont obtenues malgré la récolte du maïs à un stade précoce (teneur en cellulose brute élevée et teneur moyenne en amidon comprise entre 20 et 23 % MS) et malgré l'atteinte du maïs par une helminthosporiose, induisant une maturité des grains et un remplissage des épis insuffisants. Les conditions culturales n'étant pas satisfaisantes, c'est donc le choix des variétés qui a permis une bonne valeur énergétique de l'ensilage.

En conclusion, la valeur énergétique des maïs réalisés à la Réunion est plus faible qu'en zone tempérée. Ce résultat est principalement dû aux variétés tropicales cultivées.

Dans un second temps, les résultats ont permis de cerner le niveau d'intégration de l'ensilage de maïs dans les systèmes alimentaires des exploitations laitières, et d'évaluer les productions ainsi que l'état d'engraissement des animaux.

En effet, les quantités apportées aux vaches en lactation sont faibles et dépassent rarement 5 kg MS par vache et par jour. Néanmoins, l'intégration de l'ensilage de maïs dans les rations journalières des vaches en lactation permet une amélioration d'apport fourrager quantitativement et probablement une meilleure valeur énergétique. De plus, le maïs ensilage vient sans doute en complément fourrager, afin de combler le déficit fourrager en particulier



des pâturages à une période de l'année où les repousses de l'herbe sont très limitées. Ainsi, avant l'intégration de l'ensilage de maïs dans les rations journalières des vaches, les apports fourragers sont faibles et ont varié entre 6 et 9 kg MS selon les exploitations. En parallèle, la proportion des concentrés était élevée, et constituait plus de 60 % de la ration totale. Ces proportions de concentré baissent durant les périodes d'apport de l'ensilage de maïs et atteignent des valeurs de moins de 50 % dans certaines situations. Cette baisse de concentré est relative à l'augmentation des quantités de fourrages ingérées et à l'apport de concentrés à un niveau constant voire légèrement inférieur.

Le niveau d'apport de l'ensilage de maïs est constamment faible, mais contribue à un apport important du fourrage total.

Dans toutes les situations, où les vaches laitières sont habituellement alimentées au pâturage, lors de l'apport d'ensilage de maïs, les productions laitières présentent une chute ralentie. Cependant, les expérimentations menées par Holden *et al.* (1995) ont montré que, lorsque l'apport de maïs ensilage représente moins de 25 % du fourrage total des vaches au pâturage, l'évolution de la production laitière est identique à celle des lots témoins alimentés uniquement au pâturage. En revanche, dans les situations locales, l'apport de l'ensilage de maïs est effectué à des périodes où les déficits fourragers sont les plus marqués, constituant dans ce cas des proportions d'ensilage de maïs variables, pouvant atteindre 46 à 97 %, mais seulement sur des périodes très courtes. Ces fortes proportions d'ensilage de maïs permettent d'expliquer la légère amélioration des productions laitières.

Ces résultats sont valables quel que soit le stade de lactation. L'incorporation d'ensilage de maïs ralentit la chute de production même pour des stades avancés de lactation.

L'exception concerne les vaches en milieu de lactation, dont la production moyenne est restée stable durant toute la période de distribution de l'ensilage de maïs, soit près de trois mois. Ces résultats sont obtenus par l'introduction d'ensilage de maïs, un affouragement en pâturage, et de l'ensilage d'herbe (EBRE) dans la ration journalière des vaches en pleine lactation.

Dans le cas particulier de l'exploitation BE, basée sur un système de pâturage permanent, la production laitière des vaches a subi une chute conforme à celle décrite précédemment, suivie d'une régression ralentie.

En effet, une chute de 27 % a été observée entre les deux contrôles laitiers, effectués au début et à la fin de la période d'alimentation des vaches à l'ensilage de maïs, soit à un intervalle de 140 jours, période où les vaches sont en deuxième phase de la production. Or, au début de la disposition de l'ensilage de maïs, l'herbe est ingérée en quantités très limitées, évaluées à 5 kg MS, ceci étant probablement dû au fait que les pâturages sont très limités. Dans la même situation (ensilage de maïs à une période où les quantités d'herbe offertes sont très limitées), Chenais et Espinasse (1991) cités par Chenais *et al.* (1997) ont cependant remarqué une nette amélioration de la production laitière de 2,5 kg, ou une faible amélioration de 0,6 kg, des vaches en milieu de lactation.

En revanche, entre les deux derniers contrôles laitiers (42 jours d'intervalle), période de repousse de l'herbe et où 4 kg MS d'ensilage de maïs sont apportées par vache, la production laitière moyenne n'a chuté que de 5 %. L'apport de 4 kg MS d'ensilage de maïs semble favoriser l'ingestion de l'herbe qui a atteint des quantités maximales de l'ordre de 8 à 9 kg MS, ce qui confirme les recommandations signalées par Chenais *et al.* (1997).

Dans toutes les situations, les performances sont améliorées grâce à l'apport du maïs ensilage qui est suivi de la baisse de la proportion des concentrés dans les rations journalières, sans pour autant modifier les quantités offertes. L'apport théorique d'énergie se trouve augmenté considérablement d'une part par l'apport de maïs, et d'autre part, par des quantités d'énergie réellement disponibles, correspondant à une meilleure digestibilité des fourrages ingérés, due à la réduction des interactions entre les fourrages et les concentrés au niveau du rumen.

Enfin, l'évolution de l'état d'engraissement des vaches laitières alimentées avec de l'ensilage de maïs, montre un état corporel moyen. En effet, la note d'état corporel individuelle attribuée est comprise entre 2 et 3 quel que soit le stade. Seules les vaches dont le niveau productif est relativement élevé, en particulier au cours des premières semaines de lactation, présentent un mauvais état d'engraissement. Ce résultat s'explique par l'utilisation d'ensilage de maïs pouvant être favorable à la reprise du poids au cours de la lactation. En effet au fur et à mesure de l'augmentation de la capacité de la production laitière vers son niveau maximal, une part croissante de l'énergie disponible pour la production est déposée dans l'organisme de l'animal sous forme de lipides (Broster et Broster, 1984 cités par Coulon et Remond, 1991).

Cependant, les suivis des productions laitières ne sont pas réalisés dans les conditions expérimentales habituelles. En effet, les vêlages ne sont pas regroupés sur une période de l'année et le nombre de vaches en lactation évolue. Il en résulte que les niveaux productifs sont très hétérogènes en fonction des stades individuels des vaches. De plus, les périodes de distribution de l'ensilage de maïs sont plus ou moins courtes et interviennent à des moments où les déficits fourrager sont les plus prononcés, en particulier dans les cas où les vaches sont habituellement alimentées au pâturage. En effet, la période minimale d'affouragement est de 10 semaines (exploitation BE) et la période maximale de l'ordre de 35 semaines, mais réparties en deux périodes (13 et 22 semaines), à environ deux mois d'intervalle (exploitation AR).

Par ailleurs, en l'absence de lots témoins de vaches n'ingérant que le fourrage de base habituel, il est impossible de réaliser des comparaisons de productions. Les données enregistrées lors des suivis ne permettent que l'évaluation de la progression de la production laitière des troupeaux en deuxième moitié de la lactation. Pour cela, seule l'évolution de la production laitière des vaches en phase de régression théorique de la production est étudiée. Les productions laitières individuelles ne sont enregistrées que lors des contrôles laitiers réalisés en moyenne tous les 45 jours. Cependant des enregistrements de production plus rapprochés auraient permis de faire des suivis de façon plus régulière.

#### **4. Place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins d'après les suivis zootechniques dans les ateliers d'engraissement**

La qualité de l'ensilage de maïs apporté aux taurillons à l'engrais, de valeur moyenne en général, dépend de plusieurs paramètres. Les résultats obtenus dans la seule exploitation suivie ont permis en effet de mettre en évidence une influence des variétés et des conditions de conservation.

Comme dans les exploitations laitières, plusieurs variétés de maïs ont été récoltées. De ce fait, les valeurs énergétiques sont évaluées moyennement et varient entre 0,67 et 0,73 UFV entre silos. Tout au long du desilage, le maïs apparaît bien conservé. Seul le maïs dans le dernier silo correspondant à une seule variété, présentait une forte odeur d'acide acétique et une valeur énergétique de 0,73 UFV.

Dans un second temps, les résultats ont permis de cerner le niveau d'intégration de l'ensilage de maïs dans un atelier d'engraissement, et d'évaluer les gains de croissance effectués par les animaux.

L'ensilage de maïs intervient en remplacement du *Chloris* distribué en vert et est apporté à des quantités limitées à l'exception des lots en phase de finition. En effet, les quantités ingérées de maïs par les taurillons recevant de grandes quantités d'ensilage de maïs, de teneur en matière sèche moyenne de 30 %, ont augmenté progressivement tout au long du desilage des trois premiers silos. Les quantités maximales de maïs ingérées étaient comprises entre 6 et 8 kg MS selon les lots, la distribution de l'ensilage de maïs n'ayant pas été faite à volonté. Les apports journaliers d'ensilage ont été limités et des refus ont été rarement constatés. Ce manque de régularité de la pratique de l'éleveur ne permet pas de savoir si le niveau d'ingestion aurait pu être supérieur à ce qui a été constaté. Par ailleurs, des niveaux d'ingestion plus élevés ont été mis en évidence. Des quantités d'ensilage de maïs de 9 kg MS d'ensilage de maïs ont ainsi été décrites dans un autre atelier d'engraissement par Desvals (1992), pour des taurillons en finition, ne recevant que l'ensilage de maïs en fourrage et environ 4 kg de concentré.

Des niveaux d'ingestion plus faibles ont également été enregistrés au cours de l'essai avec moins de 6 kg MS d'ensilage de maïs. En effet, suite à la distribution d'ensilage de maïs à partir du dernier silo, les quantités ingérées de maïs ont diminué de 2,4 kg MS, mais les quantités de foin ingérées ont augmenté de 1,5 kg MS. L'éleveur, ayant remarqué des refus de maïs au cours des premiers jours de distribution, a augmenté les quantités de foin offertes aux taurillons. Il faut noter également que la distribution de maïs issu de ce silo s'est effectuée sans transition, comme pour les autres silos.

La moindre ingestion de l'ensilage peut être reliée à sa faible teneur en matière sèche qui était en moyenne de 25,2 %. Or, les quantités de maïs ingérées augmentent avec la teneur en MS lorsque celle-ci est comprise entre 20 et 35 %, mais diminuent lorsque la teneur en MS dépasse 35 % (Malterre, 1976). De ce fait, la teneur en MS du fourrage, relativement faible, peut être un facteur influençant l'ingestion. En outre, le fourrage avait une forte odeur d'acide acétique, ce qui a pu défavoriser son ingestion par une moindre appétabilité. En effet, l'ingestibilité des ensilages varie en sens inverse de l'intensité des fermentations qu'ils ont subies, entraînant une production importante d'acides gras volatils et une dégradation poussée des protéines (Demarquilly, 1983). Les teneurs en acides acétiques inférieures à 20 à 30 g/kg MS et une proportion d'ammoniac inférieure à 5 à 7 % de l'azote total, favorables à l'ingestion de l'ensilage de maïs sont décrites par Demarquilly et Dulphy (1977). Par ailleurs ces teneurs en éléments fermentaires ne sont obtenues que pour un maïs récolté entre 30 et 35 % MS. Or, dans le cas des suivis d'ingestion des taurillons à l'engraissement, aucune analyse fermentaire de l'ensilage de maïs n'a été effectuée. Seules les teneurs en MS ont été évaluées et sont comprises entre 24 et 26 %. On ne peut donc pas expliquer la moindre ingestibilité par la présence des fermentations. Cependant, une estimation visuelle de la qualité a été réalisée lors de l'ouverture des silos à chaque suivi. Des traces de moisissures ont systématiquement été observées sur les silos. Le mode de desilage est en effet mal maîtrisé, la hauteur du front d'attaque étant irrégulière, ce qui favorise le développement de micro organismes. On peut donc émettre l'hypothèse d'une influence des éléments fermentaires sur l'ingestibilité. Une analyse des caractéristiques fermentaires aurait ici été souhaitable pour confirmer cette hypothèse.

En outre, l'influence du maïs ensilage dans la ration sur les performances des animaux est difficile à mettre en évidence, étant donné la forte variabilité observée. En effet, avec un objectif de réalisation de GMQ de 1 200 g, les taurillons des trois lots en finition ont réalisé des gains différents selon la durée d'alimentation de chaque lot à l'ensilage de maïs. Les trois lots en finitions ont réalisé des gains de 1 411 g/j sur 72 jours, 1 031 g/j sur 163 jours et 1 139 g/j sur 156 jours. Par comparaison des trois lots, il apparaît que les gains enregistrés sont d'autant plus importants que la durée d'alimentation à l'ensilage de maïs est courte.

Cependant, les quantités ingérées des rations avant intégration de l'ensilage de maïs n'ont pas été enregistrées pour les lots considérés. Toutefois, les gains enregistrés ont été de 974, 878 et 1 042 g/j respectivement sur 237, 214 et 139 jours. Les gains réalisés par les taurillons sont donc plus importants en phase de finition lors de l'apport de l'ensilage de maïs, d'où un intérêt a priori de cette alimentation en atelier d'engraissement.

Lors de l'intégration de l'ensilage de maïs dans les rations des taurillons, les quantités ingérées de maïs et des rations totales ont augmenté de 1,5 kg MS de la ration totale pour un gain réalisé de 1 066 g/j sur 309 jours. En revanche, les deux autres lots, dont l'ingestion des rations totales ont baissé de 0,9 kg et de 0,4 kg MS de la ration totale, ont réalisé des gains de 947 g/j et 1 096 g/j sur 377 et 295 jours. Les gains mesurés sont donc plus importants pour des durées d'engraissement plus courtes. Un ordre de grandeur de référence a été donné par l'ITEB (1983) : des gains de 1 140 g/j ont été observés sur des taurillons de race limousine, ayant reçu une alimentation constituée d'environ 6 kg MS d'ensilage de maïs et d'une faible quantité de concentré (2 kg). Les résultats obtenus sont donc inférieurs à cette valeur de référence, ce qui peut être expliqué par la génétique des races considérées, qui sont des croisements entre la race limousine et les races locales.

Cependant, cette observation n'est pas significative. Afin de mettre en évidence l'évolution des gains en fonction des quantités ingérées de maïs, il aurait fallu pouvoir reconduire une expérimentation sur un plus grand nombre de lots disposant d'ensilage sur toute la période d'engraissement.

Par ailleurs, une diminution d'ingestion de la ration totale, en particulier d'ensilage de maïs, sur une période moyenne de 56 jours avant l'abattage, peut être la cause d'une moindre croissance des taurillons des deux derniers lots. Les infections podales remarquées au cours de cette même période peuvent également avoir une influence sur l'ingestion des taurillons et par conséquent sur leur croissance, comme le révèlent les différences de croissances individuelles dans un même lot.

## 5. Valeur alimentaire du maïs

Les résultats ont mis en évidence une variabilité des valeurs nutritives des variétés considérées. Cependant, les équations de prédiction M3 et M4 (Andrieu, 1995) ont permis d'obtenir des valeurs similaires, alors que l'équation M1 a donné une valeur différente. L'écart entre ces valeurs est de 0,02 UF (UFL ou UFV). Les valeurs énergétiques et de digestibilité de la matière organique se trouvent probablement surestimées par l'application de l'équation M1.

Cependant, en ne considérant que les résultats obtenus par les équations M3 et M4, les valeurs de la DMO des différentes variétés sont comprises entre 65,5 et 70,2 %, et les valeurs énergétiques entre 0,77 et 0,87 UFL/kg MS (0,66 et 0,77 UFV). A ces valeurs énergétiques correspondent des teneurs en amidon faibles, variant de 140 à 197 g/kg MS selon les variétés analysées. Or, les faibles teneurs en amidon sont dues aux proportions relativement faibles des grains dans la plante entière, variant entre 26,5 % MS et 36,2 % MS. Cependant, l'hypothèse d'une relation entre la teneur en grains et la valeur alimentaire ne peut pas être confirmée. En effet, la teneur en grains ne permet pas toujours de justifier la digestibilité du maïs et par

conséquent la valeur énergétique. La synthèse sur les 918 mesures effectuées par Barrière *et al.* (1992) montre qu'à une valeur énergétique moyenne de 0,90 UFL correspondent des teneurs en grains extrêmement variables, comprises entre 20 et 60 % de la plante entière.

En revanche, la digestibilité de la MO des variétés peut être reliée à celle des parties fibreuses de la plante, c'est à dire l'ensemble tige, feuilles, spathes et rafle. En effet, les teneurs en cellulose brute varient entre 222 et 279 g/kg MS pour des teneurs en MS satisfaisantes (entre 31,7 et 34 % MS). Ces teneurs en cellulose brute sont relativement élevées pour un plant de maïs dont la teneur en MS est comprise entre 30 et 35 %. En milieu tempéré, une teneur moyenne en cellulose brute de 17 % MS a été signalée par Demarquilly (1994).

Ainsi, la différence de digestibilité de la matière organique entre les variétés tropicales et tempérées de maïs réside probablement dans les proportions des différentes parties de la plante, et par conséquent dans la teneur en cellulose brute.

**CONCLUSION**

## CONCLUSION

La pratique récente de l'ensilage de maïs à l'île de la Réunion et son intégration dans un plan de diversification des ressources fourragères n'est encore pas entièrement maîtrisée par les éleveurs de bovins. Il s'agit d'un manque d'organisation et d'un problème de gestion de l'ensilage de maïs, en particulier dans les situations où ce fourrage a pour rôle de combler le déficit fourrager au cours d'une période difficile. Les surfaces relativement faibles, l'absence de réseaux d'irrigation, les pratiques culturales relativement lourdes et le coût de production, font que le maïs ensilage présente de nombreux inconvénients. Néanmoins, les éleveurs ne négligent pas la haute valeur de ce fourrage.

Pour une plus large diffusion de l'ensilage de maïs à la Réunion, ce fourrage doit être produit en plus grandes quantités et sur de plus grandes surfaces, de façon à l'utiliser plus fréquemment. Une généralisation des installations d'irrigation est donc envisageable. De plus, un appui technique permanent permettrait aux éleveurs de progresser afin de mieux valoriser un fourrage qui dans l'avenir peut avoir une pratique perpétuelle.

L'utilisation de l'ensilage de maïs dans les élevages engraisseurs semble montrer ses avantages à travers des gains de production satisfaisants. Ces performances restent cependant limitées par le progrès génétique des animaux. En élevages laitiers, le maïs ensilage n'a pas permis d'obtenir de résultats significativement meilleurs. Il ressort donc de cette étude que les éleveurs engraisseurs sont les principaux bénéficiaires d'une alimentation à base de maïs ensilage. Cependant, l'intégration de l'ensilage de maïs dans les élevages laitiers doit encore faire l'objet d'études de façon à définir des modèles de gestion du fourrage dans ce système. Ce fourrage pourrait être réservé aux animaux à besoins élevés (vaches laitières en début de lactation) ce qui permettrait une distribution en quantités plus importantes, sur une période plus longue avec une économie de concentré.

En conclusion, l'ensilage de maïs sur l'île de la Réunion est une pratique récente, mal maîtrisée actuellement, mais qui nécessite encore un développement important. Dans de meilleures conditions, le maïs ensilage peut prendre à l'avenir une place importante dans les élevages bovins de la Réunion.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



*Liste des références bibliographiques*

1. AGPM, 1991. Le maïs ensilage. 35p.
2. Andrieu J.P., 1995. Prévion de la digestibilité et de la valeur énergétique du maïs fourrage à l'état frais. *INRA Productions animales*, 8 (4) : 273-274
3. Andrieu J.P., Demarquilly C., 1987. Valeur nutritive des fourrages : Tables et prévision. *Bulletin technique C.R.Z.V.Theix - I.N.R.A.*, 70 : 61-73
4. Andrieu J.P., Demarquilly C., 1988. Prévion de la valeur nutritive des fourrages à partir de la composition chimique. *BIPEA*, 199 : 9-17
5. Aufrère J., Michalet-Doreau B., 1983. In vivo digestibility and prediction of digestibility of some by-products. In : Faye B., Jouany J.P., Chacornac J.P., Ratovonahary M., 1995. Prévion de la digestibilité et de la valeur énergétique du maïs fourrage à l'état frais. *INRA Productions animales*, 8 (4) : 273-274
6. Barrière Y., 1997. Le maïs de demain, un maïs spécifique pour nourrir les ruminants. *Fourrages*, 150 : 171-189
7. Barrière Y., Emile J.C., Traineau R., Hébert Y., 1992. Variabilité génétique de la digestibilité du maïs ensilage mesurée sur des moutons standards. *INRA Productions animales*, 5 (4) : 247-255
8. Blanfort V., 1998. Agroécologie des pâturages d'altitude à l'île de la Réunion. Thèse doct., université Paris-Sud, France, 300p.
9. Broster W.H. et Broster V.J., 1984. Reviews of the progress of dairy science : long terme effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. In : Coulon J.B. et Remond B., 1991. Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA Productions animales*, 4 (1) : 49-56
10. Brunschwig, P., 1991. Le maïs ensilage à la Réunion. Premiers résultats. I.T.E.B./C.I.R.A.D.-Elevage, La Réunion, 14p.
11. Chenais F. et Espinasse R., 1991. Pâturage estival des vaches laitières. Utilisation d'un concentré enrichi en matières grasses. Choix du type d'ensilage distribué en complément. In : Chenais F., Le Gall A., Legarto J., Kerouanton J., 1997. Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. I.L'ensilage de maïs dans le système d'alimentation. *Fourrages*, 150 : 123-136
12. Chenais F., Le Gall A., Legarto J., Kerouanton J., 1997. Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. I.L'ensilage de maïs dans le système d'alimentation. *Fourrages*, 150 : 123-136
13. Cultivar-Elevage, 1992. Supplément au n°329, novembre 1992, n°48
14. Demarquilly C. 1983. Conservation et utilisation des fourrages : incidences pathologiques. Académie d'agriculture de France (extrait du procès verbal de la séance du 5 octobre 1983), 993-1012
15. Demarquilly C., 1986. L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. *Bulletin technique C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A.*, 63 : 5-12

16. Demarquilly C., 1994. Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage. *INRA productions animales*, 7 (3): 177-189
17. Demarquilly C., Dulphy J.P., 1977. Effect of ensiling on feed intake and animal performance. *In* : Proceedings of the International Meeting on Animal production from temperature grasslands, Dublin, Eds. B. Gilsenan, 53-61
18. Demarquilly C., Dulphy J.P., Andrieu J.P., 1998. Valeurs nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage. *Fourrages*, 155 : 349-369
19. Desvals L., 1992. Valorisation de fourrages conservés sous forme d'ensilage par des bovins en croissance à la Réunion. Mémoire de DESS, Productions animales en régions chaudes, CIRAD, 70p.
20. Dintinger J., Reynaud B., Barbet-Massin V., 1997. Sélection et vulgarisation de cultivars de maïs améliorés pour la production d'ensilage à la Réunion. A.F.P./ C.I.R.A.D.-CA, La Réunion, 12p.
21. Dulphy J.P., 1984. La technique de l'ensilage. *Plasticulture*, 63 : 2-14
22. Harrison J.H., Blauwieke R., 1994. Fermentation and utilization of grass silage. *Journal of Dairy Science*, 77 : 3209-3235
23. Hébert Y., Argillier O., and Barrière Y., 1996. Tolérance à la verse en végétation et caractéristiques de la valeur alimentaire chez le maïs fourrage. *In* : Colloque maïs ensilage, Nantes, 17-18 septembre 1996. AGPM, p355-362
24. Holden L.A., Muller L.D., Lykos T., Cassidy T.W. , 1995. Effect of corn silage supplementation on intake and milk production in cows grazing grass pasture. *Journal of Dairy science*, 78 (1) : 154-160
25. INRA, 1978. Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications, Versailles, 621p.
26. INRA, 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. R.Jarrige Ed., 1988. INRA, Paris, 471p.
27. ITEB, 1983. Le taurillon, Paris, 232p.
28. Lavaux C., 1998. La Réunion : du battant des larmes au sommet des montagnes. Eds Cormorans, 455p.
29. Malterre C., 1976. Utilisation du maïs sous différentes formes pour la production de viande de jeunes bovins. *Bulletin technique C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A.*, 24 : 63-74
30. Mandret G. et 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, 14p.
31. ODEADOM, 1998. Agrément du programme sectoriel de la filière "Bovin-Viande" à la Réunion. Saint-Pierre, île de la Réunion, 58p.
32. SICALAIT, 1998. La filière laitière réunionnaise.

# ANNEXES

# ANNEXE 1

## Questionnaire de l'enquête

CIRAD Elevage  
exploitation de

CIRAD CA Maïs

### COMMUNE

1er ensilage: Pourquoi? Initiative de qui?

	1995	1996	1997	1998	1999
<u>Exploitation:</u>					
altitude:					
Surface totale exploitée					
cultures					
Type d'élevage					
Nombre d'animaux/an					
Ration fourragère de base					
<u>parcelles maïs</u>					
* surface					
* variétés					
* date semis					
* mode de semis					
* préparation sol					
* précédent cultural					
* engrais + fumier (dose)					
* irrigation					
<u>Récolte</u>					
* date					
* matériel					
* Main d'oeuvre					
* durée					
* tonnage (ou remorque)					
* stade					
* %MS					
* nb et nature silo					

	1995	1996	1997	1998	1999
<u>Utilisation</u>					
* date ouverture					
* qualité (0,1,2,3,4,5)					
* modification de la ration (?)					
* nb d'animaux/type					
* transition (durée)					
* durée d'utilisation					
* quantité distribuée/j <u>ou</u> /anim.					
* mode de désilage					
* fermeture					
<u>Suivi</u> : Quelle structure?					
<u>Résultats</u>					
* lait / croissance					
* économie de fourrage					
* économie de concentré					
* autre					
* bilan économique?					

**Cher ou pas cher? Pourquoi?**

A quel prix payez vous la semence?

maximum acceptable ?

Si 45F/kg sans avoir de traitement insecticide à faire (O/N)

Quelle mécanisation souhaiteriez-vous? sous quelle forme (indiv, cuma..)?

**Avantages, inconvénients.**

**Poursuite et conditions**

## ANNEXE 2

Données brutes des quantités ingérées moyennes par semaine et par animal et des productions laitières

### Exploitation AR

**premier silo**

Date	Semaine	PL troupeau	Nb vtrt	PL/vtr	Stade moyen	Concentré/vl	Foin	Maïs	EBR
		l/j		l/j	semaines	kg MB	kg MS		
03/10/94	S1	429	23	18.6	6.4	8.8	4.5	0.6	
10/10/94	S2	430	24	18.0	6.4	9.1	3.3	1.2	
17/10/94	S3	472	24	19.7	6.6	8.9	2.9	4.1	
24/10/94	S4	471	24	19.7	6.4	9.2	2.8	3.9	
31/10/94	S5	459	23	20.2	6.0	8.7	1.1	5.8	
07/11/94	S6	492	23	21.4	6.0	9.1	0.9	6.6	
14/11/94	S7	479	24	19.7	5.9	9.4	2.0	6.4	
21/11/94	S8	498	25	19.9	6.0	8.3	2.2	5.8	
28/11/94	S9	499	25	20.0	6.2	8.6	2.5	5.7	
05/12/94	S10	469	24	19.3	6.4	8.6	1.7	5.4	2.0
12/12/94	S11	475	22	22.0	6.0	8.8	1.4	4.2	2.0
19/12/94	S12	457	21	21.5	5.8	9.2	1.9	2.3	2.0
26/12/94	S13	481	22	22.2	5.7	9.3			2.0

**deuxième silo**

date	semaine	PL (litres)	nb vtrt	PL/vtr	stade moyen	concentré/vl	foin	maïs	luzerne
		litres		litres	semaines	kg			
13/02/95	S1	513	20	25.7			1.7	3.0	
20/02/95	S2	491	21	23.2			1.7	5.4	
27/02/95	S3	539	22	25.0			1.7	4.8	
06/03/95	S4	587	23	25.5			1.7	5.4	
13/03/95	S5	489	23	21.3	cyclone		1.7	4.7	
20/03/95	S6	511	23	22.2			1.7	5.0	
27/03/95	S7	526	23	22.9			1.7	6.2	
03/04/95	S8	545	23	23.4			1.7	6.2	
10/04/95	S9	563	25	22.9			1.7	6.1	2
17/04/95	S10	574	27	21.3			1.7	5.9	2
24/04/95	S11	562	27	20.8			1.7	5.4	2
01/05/95	S12	528	25	21.5			1.7	6.2	2
08/05/95	S13	555	25	22.2			1.7	6.2	2
15/05/95	S14	564	25	22.5			1.7	6.4	2
22/05/95	S15	577	25	23.1			1.7	3.8	2
29/05/95	S16	541	25	21.7			1.7	4.1	2
05/06/95	S17	résultats non enregistrés						4.0	2
12/06/95	S18	résultats non enregistrés						3.9	
19/06/95	S19	résultats non enregistrés						3.7	
26/06/95	S20	résultats non enregistrés						2.9	
03/07/95	S21	résultats non enregistrés						2.2	
10/07/95	S22	résultats non enregistrés						1.4	

### Exploitation BI

Date	Semaine	PL	Nb vtrt	PL/vtr	Stade moyen	B75	B45	Concentré/vl	Pâturage	Ensilage EBR	Ensilage Maïs	Avoine	Paille canne
		l/semaine		l	semaines	kg MB			kg MS				
16/06/97	S1	2329	20	16.9	24.4	3.2	9.0	12.2	3.0	3.0			
23/06/97	S2	2680	22	17.4	24.3	3.2	8.7	11.9	3.0	3.0			
30/06/97	S3	2648	22	17.3	25.3	3.2	9.5	12.7	3.0	3.0			
07/07/97	S4	2648	21	18.0	25.3	3.2	7.1	10.3	3.0	3.0			
14/07/97	S5	2694	21	18.3	26.3	3.2	9.6	12.8	3.0	3.0			
21/07/97	S6	2729	20	19.4	26.3	3.2	8.9	12.1	3.0	3.0	0.7		
28/07/97	S7	3386	24	19.8	22.8	3.2	9.7	12.9	3.0	3.0	1.0		
04/08/97	S8	3513	26	19.5	22.0	3.2	9.3	12.5	3.0	3.0	1.7		
11/08/97	S9	3667	25	20.6	23.0	3.2	9.2	12.4	3.0	3.0	3.0		
18/08/97	S10	3682	25	21.1	22.5	3.2	7.3	10.5	3.0	3.0	4.1		
25/08/97	S11	3525	25	20.1	22.6	3.2	7.5	10.7	3.0	3.0	4.0		2.1
01/09/97	S12	3632	24	22.0	17.7	3.2	8.1	11.3	3.0	3.0	3.5		2.1
08/09/97	S13	3526	24	21.0	18.7	3.2	7.6	10.8	3.0	3.0	3.5	0.4	2.1
15/09/97	S14	3261	23	20.0	19.7	3.2	7.6	10.8	3.0	3.0	3.7	0.4	2.1
22/09/97	S15	3440	24	20.6	20.6	3.2	7.6	10.8	3.0	3.0	3.5	0.4	2.1
29/09/97	S16	3222	23	19.8	21.6	3.2	8.1	11.3	3.0	3.0	3.2	0.7	2.1
06/10/97	S17	3321	23	20.5	23.1	3.2	8.8	12.0	3.0	2.5	3.7	1.3	2.1
13/10/97	S18	3598	23	22.3	23.2	3.2	8.8	12.0	3.0	1.5	3.6	1.3	2.1
20/10/97	S19	3381	23	21.0	21.4	3.2	9.4	12.6	3.0	1.5	2.3	1.5	2.1
27/10/97	S20	3473	23	21.2	21.5	3.5	9.1	12.6	3.0	1.5	0.0	1.5	2.1

### Exploitation BJ

Date	Semaine	PL	Nb vtrt	PL/vtr	Stade moyen	B45	B80	Mélasses	Pulco	Concentré/vl	Paturage	Balles rondes	Paille canne	Foin	Bagasse	Ensilage maïs
		l/j		l/j	semaines	kg MB				kg MS						
26/1/98	S1	564	29	19.5	21.2	8.1	4.5			12.6	1	9	0	0	0	0
2/2/98	S2	617	30	20.6	21.6	8.1	4.4			12.4	1	8	0	0	0	1.2
9/2/98	S3	625	30	21.2	21.9	8.2	4.5			12.7	1	6	0	0	0	3.5
16/2/98	S4	623	28	22.1	22.7	8.2	4.3			12.6	1	6.1	0	0	0	4.5
23/2/98	S5	622	29	21.7	22.9	7.5	3.9			11.4	1	2.9	0	0	0	3.8
2/3/98	S6	630	30	21.0	23.9	7.6	3.8			11.4	1	3	0	0	0	4.8
9/3/98	S7	637	30	21.3	24.0	7.4	3.6			11.0	0.5	2.8	0	0	0	4.6
16/3/98	S8	648	30	21.5	25.2	7.3	3.7			11.0	0.5	0	0	0	0	4.2
23/3/98	S9	640	31	20.7	26.0	7.7	3.8			11.5	0.5	0	0	0	0	3.4
30/3/98	S10	633	31	20.4	26.0	5.7	4.9			10.6	0.5	4.1	0	0	0	2.6
6/4/98	S11	673	32	21.1	27.0	5.6	4.8			10.4	0.5	1.5	0	0	0	1.9
13/4/98	S12	627	31	20.5	26.2	5.9	5.1			10.9	0.5	1.5	0	0	0	0
20/4/98	S13	598	31	19.3	27.4	5.9	5.1	0.5		11.4	0.5	1.5	1.9	0	0	0
27/4/98	S14	562	31	18.4	28.4	6.5	4.6	0.5		11.6	0.5	1.5	1.9	0	0	0
4/5/98	S15	561	31	18.3	26.4	7	4	0.5		11.5	0.5	1.9	1.9	0	0	0
11/5/98	S16	560	32	17.5	26.6	6.2	3.5	0.5		10.2	0.5	1.9	1.9	1.5	0	0
18/5/98	S17	556	29	19.2	24.9	7.4	3.5	0.5		11.4	0.5	1.9	1.5	1.5	0	0
25/5/98	S18	573	31	18.5	25.9	7.3	3.6	0.5		11.4	0.5	1.9	1.5	1.5	0	0
1/6/98	S19	570	31	18.5	26.0	7.1	3.5	0.5		11.1	0.5	1.9	1.5	1.5	0	0
8/6/98	S20	545	30	18.1	26.0	7.5	3.7	0.5		11.7	0	1.9	1.5	1.5	0	0
15/6/98	S21	547	31	17.7	25.4	7.9	4.0	0.5		12.4	0	3.8	1.5	1.5	0	0
22/6/98	S22	570	31	18.6	26.0	8.1	4.1	0.5		12.7	0	3.8	1.5	1.5	0	0
29/6/98	S23	589	31	19.0	26.2	7.8	3.8	3.0	1.6	16.2	0	3.8	1.5	1.5	1.2	0
6/7/98	S24	635	32	20.0	26.4	7.8	3.8	3.0	1.6	16.2	0	3.8	1.5	1.5	2.5	0
13/7/98	S25	614	32	19.2	26.6	7.0	3.6	3.0	1.6	15.2	0	1.9	1.5	0.6	2.5	0
20/7/98	S26	620	32	19.4	27.6	7.0	3.6	3.0	1.6	15.2	0	1.9	1.5	0.6	4	0
27/7/98	S27	664	35	19.1	28.6	7.4	3.8	2.9	1.5	15.6	0	1.9	1.5	0.6	4	0
3/8/98	S28	722	37	19.6	26.0	7.4	3.9	2.8	1.5	15.6	0	3	1.5	0.2	2.7	0.8



Exploitation BE

Date	Semaine	PL troupeau	Nb vtrt	PL/vtr	Stade moyen	Brisures de riz	Tourteaux de soja	B45	Concentré/vl	Pâture	Ensilage maïs	Bouchons luzerne
		l/semaine		l/j	semaines	kg MB				kg MS		
16/06/97	S1	2035	20	14.5	21.3	1.3		8.6	9.9	5.0		1.1
23/06/97	S2	1976	19	15.1	22.2	1.4		9.0	10.4	5.0		1.2
30/06/97	S3	1882	17	15.8	20.2	1.5		10.1	11.6	5.0		1.3
07/07/97	S4	1690	17	14.2	21.2	1.5		10.1	11.6	5.0		1.3
14/07/97	S5	1745	17	14.7	22.2	1.5		10.1	11.6	5.0		1.3
21/07/97	S6	1678	17	14.1	23.2	1.5		10.1	11.6	5.0	1.0	1.3
28/07/97	S7	1596	16	14.1	24.2	1.4	0.6	8.9	10.8	5.0	1.2	
04/08/97	S8	1683	16	15.2	25.2	1.4	0.4	9.2	10.9	6.0	1.9	
11/08/97	S9	1740	17	14.6	23.2	1.4	0.4	9.2	10.9	6.0	2.2	
18/08/97	S10	1698	17	14.2	22.6	1.4	0.4	9.2	10.9	6.0	2.8	
25/08/97	S11	1831	18	14.2	20.1	1.3	0.4	8.7	10.3	8.0	4.1	
01/09/97	S12	1982	18	15.5	20.1	1.4	0.9	8.9	11.2	6.0	4.3	
08/09/97	S13	2213	18	17.5	18.7	2.1	1.0	9.2	12.2	6.6	4.8	
15/09/97	S14	2073	17	17.4	16.0	2.1	0.6	8.2	10.9	6.0	5.1	
22/09/97	S15	2260	18	17.8	15.0	2.0	0.7	8.0	10.7	6.0	4.5	
29/09/97	S16	2646	20	18.9	15.1	1.9	0.9	7.7	10.5	7.0	3.5	
06/10/97	S17	2748	21	18.7	15.6	2.5	0.9	8.5	11.9	7.0	3.8	
13/10/97	S18	2632	21	17.9	16.6	2.5	1.0	9.0	12.4	7.0	4.0	
20/10/97	S19	3014	21	20.4	16.7	2.4	0.9	8.5	11.8	7.0	3.4	
27/10/97	S20	2742	22	17.8	17.8	2.5	0.9	8.6	12.1	8.0	3.7	
03/11/97	S21	2928	22	19.0	18.8	2.5	0.9	8.6	12.1	8.0	4.3	
10/11/97	S22	3145	20	22.4	16.8	2.7	0.9	8.9	12.5	8.0	3.9	
17/11/97	S23	3093	23	18.9	16.4	2.6	0.9	9.0	12.6	8.0	3.9	
24/11/97	S24	2882	23	17.9	16.6	2.5	0.9	7.5	11.0	9.0	2.7	
01/12/97	S25	3098	23	19.5	17.6	2.5	0.9	7.9	11.3	9.0	2.4	
08/12/97	S26	3114	22	20.2	18.6	2.6	1.0	8.5	12.1	10.0		
15/12/97	S27	2976	22	19.3	19.6	2.6	1.0	8.5	12.1	10.0		
22/12/97	S28	3002	22	19.2	19.7	2.6	0.9	8.2	11.7	10.0		
29/12/97	S29	2959	23	18.3	19.9	2.6	0.9	8.1	11.6	10		
05/01/98	S30	3184	24	18.7	20.1	2.5	0.9	7.7	11.1	10		
12/01/98	S31	3005	24	17.9	20.5	2.9	0.9	7.8	11.6	10		

OULMANE Kheireddine. 1999. Place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins à la Réunion.

CIRAD-EMVT, 7 chemin de l'Irat, Ligne Paradis, 97 410 Saint-Pierre. Ile de la Réunion.

### Résumé

L'objectif du stage est d'évaluer la place de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des bovins. L'étude a porté sur quatre volets principaux. Dans un premier temps, l'enquête menée auprès des éleveurs ayant réalisé de l'ensilage de maïs depuis 1995, a permis de regrouper les informations visant à souligner les modalités de la culture du maïs, de la conservation et d'utilisation dans l'alimentation des bovins. Les avantages et les contraintes principaux, et les résultats de production des animaux ont donc pu être dégagés. Dans un deuxième temps, les coûts de production du maïs ensilage ont fait l'objet d'une comparaison entre trois exploitations de niveaux de mécanisation différents. Le suivi de quatre exploitations laitières et d'un atelier d'engraissement a permis d'évaluer les niveaux d'intégration de l'ensilage de maïs, les durées de son utilisation et les productions permises. Le niveau d'alimentation des vaches laitières à l'ensilage de maïs est relativement bas et ne dépasse généralement pas 5 kg MS par animal et par jour. De plus la distribution de ce fourrage aux vaches laitières ne se réalise que sur de très courtes périodes et les productions laitières ne se trouvent que légèrement améliorées. En atelier d'engraissement, l'ensilage de maïs est ingéré par les taurillons à des niveaux assez élevés. Les croissances présentent quant à elles une variabilité en fonction des races, mais dépassent généralement les GMQ de 1 000 g/j. Enfin, les teneurs en éléments chimiques (MAT, CB et amidon) de six variétés tropicales de maïs ont été mesurées et les valeurs alimentaires déterminées par application des équations de prédiction. Ces variétés présentent de faibles valeurs alimentaires comparativement aux variétés tempérées.

Mots-clés : Ile de la Réunion ; maïs ensilage ; alimentation ; vache laitière ; taurillon ; valeur alimentaire ; performance ; coût de production