

M.Chenost¹
 V.Royer²
 J.M.Centres³
 F.Gaillard⁴
 J.Davis⁵

Traitement des tiges de maïs à l'urée et utilisation pour la production laitière en région productrice de café et de banane en Tanzanie

CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Traitement des tiges de maïs à l'urée et utilisation pour la production laitière en région productrice de café et de banane en Tanzanie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 597-608

Les auteurs ont testé de 1988 à 1990 le traitement à l'ammoniac par hydrolyse de l'urée soit à l'échelle individuelle en fosse, soit à l'échelle de la coopérative en tas, des tiges du maïs cultivé sur le plateau Masaï en Tanzanie, ces dernières constituant une ressource indispensable en saison sèche dans le système fourrager des petits producteurs laitiers installés sur les pentes montagneuses de ces régions. Les modalités des traitements en fosse et en tas sont décrites en détail. L'augmentation de la teneur en équivalent azoté (N x 6,25) est comprise entre 37 et 48 et entre 44 et 73 g/kg MS, avec les traitements en fosse et en tas, respectivement. La digestibilité de la MS (exprimée en p.100 MS), estimée par la méthode enzymatique cellulase Rexen, augmente selon des valeurs comprises entre 10,0 et 14,1 et entre 11,9 et 16,1 points, avec les traitements en fosse et en tas, respectivement. La substitution des tiges de maïs en l'état par les tiges de maïs traitées dans la ration journalière de vaches à production modérée (5 à 6 kg de lait trait par jour en plus du lait tété par le veau) a permis, à complémentarité égale, d'augmenter en moyenne de 0,8 kg par vache et par jour la production laitière, mesurée dans 25 exploitations. Cette amélioration est inférieure à celle qu'on aurait pu attendre au vu de l'augmentation de la valeur alimentaire et à celle observée par ailleurs dans des conditions similaires. Elle a cependant été appréciée par la majorité des 276 éleveurs ayant fait l'objet d'une enquête socio-économique lancée en 1990. L'intérêt du traitement à grande échelle reste à approfondir et à conforter sur les plans socio-économique et zootechnique. Il réside surtout, pour le moment, dans la simplification des opérations de collecte et de transport des tiges de maïs depuis leur lieu de production dans la plaine jusqu'à leur lieu d'utilisation en montagne.

Mots clés : Bovin - Vache laitière - Fourrage - Alimentation - Maïs - Tige - Urée - Ammoniac - Digestibilité *in vitro* - Valeur nutritive - Production laitière - Economie de l'élevage - Tanzanie.

INTRODUCTION

L'élevage laitier des régions du Kilimandjaro et d'Arusha en Tanzanie est localisé dans la "ceinture café-banane" sur les versants des massifs montagneux entre 800 et

2 000 m d'altitude. Un programme de développement destiné à améliorer la production laitière des petits producteurs de ces régions a été mis en place par le gouvernement tanzanien. Ce programme a été soutenu de 1981 à 1990 par la FAO (Projet d'assistance au petits éleveurs laitiers) et, de 1986 à 1991, par le Gouvernement français. La description de ces régions (carte 1) et les activités de ce programme ont déjà fait l'objet de publications synthétiques (13, 16) en 1990 et 1991.

Les exploitants disposant de moins de 1 hectare en moyenne, cultivent le café, culture d'exportation, en association avec la banane, culture vivrière, sur les pentes montagneuses. Le maïs et le haricot sont cultivés dans la plaine du plateau Masaï en champs collectifs regroupant les petites parcelles individuelles appartenant à ces mêmes exploitants. La majeure partie d'entre eux possèdent de 1 à 3 vaches laitières de races zébu TSZ (Tanzanian Shorthorn Zebu), exotiques (Frisonne, Jersey, Ayrshire...) ou croisées, maintenues en permanence en stabulation à cause de l'extrême densité d'occupation des superficies agricoles qui interdit tout pâturage, libre ou surveillé.

La ration de base de ces vaches est constituée par les feuilles et tiges de bananier, les fanes et feuilles des cultures de case et de l'herbe coupée le long des routes et des chemins. Les fanes des haricots et, surtout, les tiges du maïs cultivé en plaine constituent un appoint fourrager extrêmement important au moment de leur récolte en saison sèche (septembre-octobre).

Les tiges sèches de maïs peuvent représenter jusqu'à la totalité de la ration à cette époque. Elles sont acheminées quotidiennement en gerbes dans la montagne, par des moyens très divers sur plusieurs kilomètres (photo 1).

Leur importance en élevage laitier justifie donc les actions de développement entreprises (16), parmi lesquelles figurent les travaux relatifs au traitement améliorateur de leur valeur alimentaire par l'ammoniac résultant de l'hydrolyse de l'urée. Cette technique, bien connue et déjà utilisée dans la pratique avec les pailles de riz dans certains pays, notamment d'Asie du Sud-Est (6, 19, 21), a été choisie en raison de l'absence d'ammoniac anhydre ou aqueux dans le pays et, surtout, de la simplicité de sa mise en œuvre par des petits paysans. L'objet de cet

1. INRA Clermont/Thaix, Laboratoire de Recherches sur la Nutrition des Ruminants et des Herbivores, 63 122 Saint-Genès-Champanelle, France.

2. CEMAGREF, Division Production Fourragère et Elevage d'Outremer, BP 694, 97 264 Fort-de-France Cedex, Martinique, France.

3. CEMAGREF Montoldre, 03 150 Varennes sur Allier, France.

4. Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques, 213 rue La Fayette, 75 010 Paris, France.

5. Représentation FAO au Pakistan, PO Box 1476, Islamabad, Pakistan.

Reçu le 12.8.1992, accepté le 19.11.1993.



Photo 1 : Exemple de transport des tiges de maïs.



Photo 2 : Traitement artisanal des tiges de maïs en fosse.



Photo 3 : Traitement des tiges de maïs en tas à l'échelle de la coopérative.



Photo 4 : Exemple d'un bon traitement : brunissement des tiges des maïs.

article est de rapporter les résultats des travaux entrepris de 1988 à 1990 pour :

- préciser les paramètres (quantités d'urée et d'eau, durée) des traitements réalisés, soit artisanalement en petites fosses à proximité de l'exploitation, soit en tas à l'échelle de la coopérative, une fois résolu le problème du pressage des tiges en balles, de façon à ce que ces traitements soient le plus efficace possible tout en restant compatibles sur les plans social et économique avec les systèmes de production ;
- apprécier l'effet du traitement non seulement sur la valeur nutritive des tiges, mais également sur la réponse des animaux du point de vue zootechnique ;
- discuter des perspectives d'adoption de cette méthode au niveau de la région.

TRAITEMENT ET VALEUR NUTRITIVE DES TIGES DE MAÏS

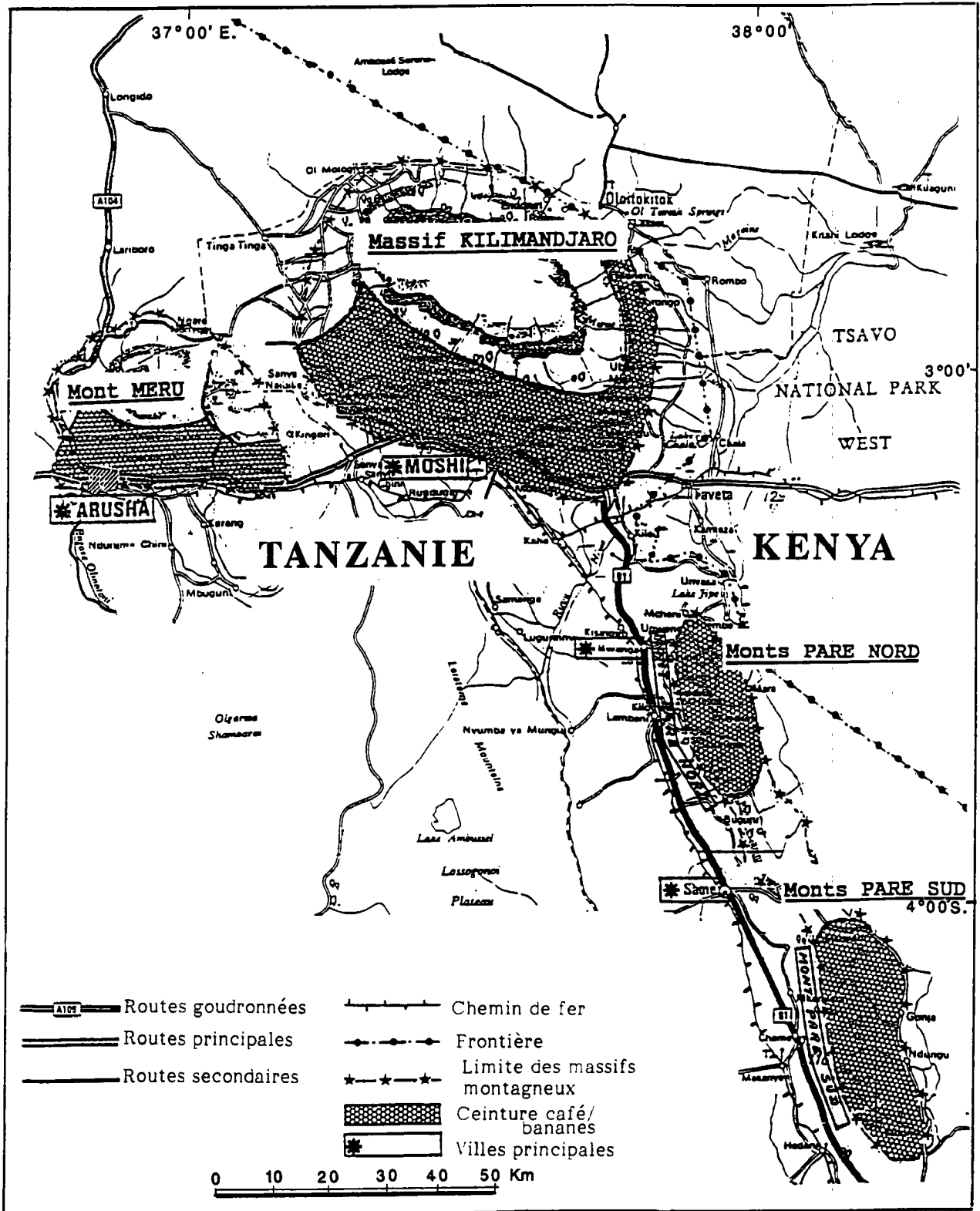
Matériel et méthodes

Les traitements

Le traitement en fosse à l'échelle artisanale fermière

Les premiers essais ont été réalisés chez les éleveurs eux-mêmes pendant la campagne de récolte de septembre-octobre 1986 (12).

Le type d'enceinte proposé avait été le trou, creusé en terre ferme et à un endroit ne risquant ni infiltration ni



Carte 1 : Localisation de la ceinture café-banane (800-2 000 m d'altitude), région d'Arusha et du Kilimandjaro (reproduit de (13) avec l'aimable autorisation des auteurs et de l'éditeur).

ruissellement d'eau, d'une profondeur de 1 m en moyenne et d'un volume de l'ordre de 1,5 m³ permettant de traiter une quantité de tiges d'environ 150 kg. La propreté et l'étanchéité de la fosse réalisée étaient assurées en tapissant le fond et les parois avec des feuilles ou, mieux, des limbes de bananier, matériaux toujours disponibles sur place, disposés de manière à pouvoir recouvrir le fourrage, une fois le trou rempli, avec les rabats préparés à cet effet. Quelques traitements avaient également été réalisés dans des petits silos maçonnés et dans des paniers de stockage de grains.

Les tiges de maïs étaient d'abord hachées en brins de 5 à 10 cm à la machette puis disposées couche par couche dans le trou. Chaque couche était aspergée à l'arrosoir avec la solution d'urée par une ou deux personnes la piétinant fermement en même temps (photo 2).

La solution d'urée était préparée de façon à apporter, au total, 6 kg d'urée et 60 à 65 kg d'eau par 100 kg (poids brut) de cannes (dont la teneur moyenne en MS avoisinait 90 p. 100). Ces paramètres avaient été choisis à partir des résultats satisfaisants obtenus avec des traitements de pailles (6, 19, 21) mais aussi de tiges de maïs (2, 3, 5) pratiqués jusqu'ici dans différentes régions du monde.

La durée de traitement choisie (3 semaines) tenait surtout compte des impératifs fourragers et des calendriers culturels des paysans, les conditions climatiques laissant penser que, même en altitude, cette durée était suffisante pour une bonne uréolyse. Les températures minima et maxima sont en effet respectivement de 13 et 26 °C en zone montagnaise pendant la saison de récolte du maïs. Dix traitements, choisis au hasard parmi les 189 réalisés en fosses chez les petits paysans, ont été suivis.

Afin d'étudier s'il était possible de réduire la durée du traitement, la quantité d'eau à ajouter et les doses d'urée, une série de traitements expérimentaux en fosses ont été effectués selon un dispositif factoriel 2 x 2 x 3, à partir d'un même lot de tiges de maïs de la campagne 1988. Les durées de traitement étaient de 2 et 3 semaines, les quantités d'eau ajoutées au moment du traitement, de 50 et 60 p.100 du poids brut de tiges et les doses d'urée, de 4, 6 et 8 p.100 du poids brut de tiges. Les fosses, d'un volume comparable à celui utilisé dans la pratique, ont toutefois ici été tapissées de feuilles de plastique, pour des raisons pratiques.

Le traitement en tas à l'échelle de la coopérative

Le transport des tiges de maïs en vrac (gerbes) depuis la plaine jusqu'au lieu de leur utilisation sur les pentes montagneuses étant pénible et contraignant, il avait été décidé d'envisager le conditionnement des tiges en balles. Après une étude préalable, et à la lumière des techniques disponibles (8), le Projet a acheté une presse à fourrage (Bamford B x 5) permettant ainsi de réaliser des balles cubiques de 35 x 45 x 80 cm de moyenne densité pesant entre 13 et 15 kg.

Disposant ainsi de tiges conditionnées en balles il devenait possible de les traiter en tas recouverts par un film de plastique labellisé comme pour les traitements classiques des pailles à l'ammoniac anhydre. Ces opérations ont fait l'objet d'une description détaillée (15).

Une série de traitements expérimentaux préalables ont été réalisés selon un schéma factoriel 2 x 2 x 4 à partir d'un même lot de tiges de maïs de la campagne 1989 afin de définir les paramètres les mieux adaptés au traitement en tas. Les doses d'urée étaient de 6 et 8 p.100 et les quantités d'eau de 40 et 60 p.100 du poids brut de tiges. Les durées de traitement étaient de 2, 3, 4 et 5 semaines. Chaque tas était constitué de 80 balles (1,2 t de tiges par tas), rangées sur quatre lits. Après arrosage manuel de la solution d'urée, lit par lit, le tas était recouvert d'un film de plastique labellisé de 12 ou 14 m de large et de 150 µm d'épaisseur conditionné en rouleaux de 50 kg.

Dix-huit traitements ont alors été réalisés à grande échelle pendant la campagne 1990 avec les paramètres de traitement retenus à la lumière des résultats expérimentaux précédents : solution d'urée apportant de 5,0 à 6,8 kg d'urée et 52 à 68 kg d'eau par 100 kg de tiges de maïs ; tas ouverts au bout de 3 semaines. La longueur des films de plastique permettait de traiter les tiges par tas de 3,4 t à 8,6 t, soit, respectivement, de 250 à 620 balles. Celles-ci étaient rangées sur 4 à 8 lits, 5 à 6 lits s'avérant la formule la plus commode. La solution d'urée était arrosée mécaniquement, soit avec une rampe d'aspersion munie de buses, soit avec un tuyau d'arrosage branché sur une citerne de 6 000 l équipée d'une pompe d'un débit de 100 à 120 l/min (photo 3). Les résultats obtenus ont été vérifiés sur six de ces dix-huit traitements.

Choix et préparation des échantillons

Chaque traitement expérimental, en fosse ou en tas, a fait l'objet d'un prélèvement représentatif des tiges en l'état de l'ordre de 1 kg constitué tout au long des opérations, et d'un échantillon représentatif des tiges correspondantes une fois traitées. Les échantillons de paille traitée ont été constitués selon la technique illustrée sur la figure 1 :

- pour les traitements en fosse : par prélèvements, selon un axe vertical central, des couches supérieures, du milieu et inférieures de la masse traitée, en privilégiant les couches du milieu représentant le cœur de la fosse ;
- pour les traitements en tas : par prélèvements au cœur des balles situées au niveau frontal mais surtout médian, des lits supérieurs, de ceux du milieu et des lits inférieurs. On ne gardait, dans chaque cas, que 0,5 à 1 kg du mélange des prélèvements ainsi constitués.

Après avoir été pesés frais, les échantillons ont été mis à sécher, au soleil jusqu'à stabilisation du poids demandant

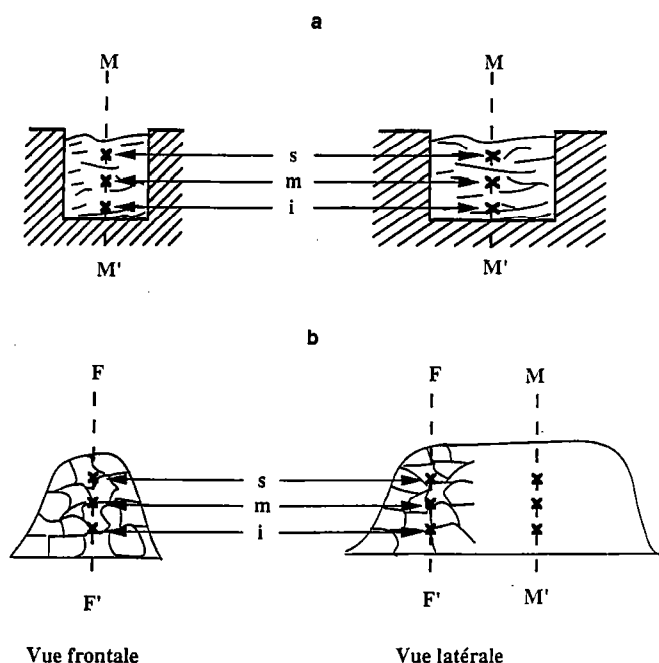


Figure 1 : Méthode d'échantillonnage des tiges de maïs traitées en fosse (a) ou en tas (b) (axes de prélèvement : FF' : frontal ; MM' : médian)(niveaux de prélèvements : s : supérieur ; m : milieu ; i : inférieur).

de 24 à 48 h, en 1988, à l'étuve à 40° C pendant 48 h les années suivantes. Une fois secs, pesés puis broyés à la grille de 0,8 mm, ils étaient introduits dans des sacs de plastique bien fermés.

Analyses et tests de laboratoire

Le dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl et le test de digestibilité cellulase par la méthode de REXEN (17), de préférence à la méthode INRA, s'agissant de fourrages pauvres, ont été systématiquement effectués sur tous les échantillons ainsi préparés. L'urée résiduelle a été dosée sur les échantillons de tiges traitées en fosses de la campagne 1988 par la méthode décrite par Sahnoune et al. (20).

Analyses statistiques

Les tests de comparaison de moyennes et d'analyse de variance, sur plan factoriel à 3 facteurs à randomisation totale, du programme STATITCF (11) ont été utilisés pour évaluer les effets du traitement sur la valeur nutritive des tiges de maïs.

Résultats

Le traitement en fosse

Traitements effectués selon la technique adoptée en 1986

Tous les traitements effectués par cette technique ont été réussis (odeur ammoniacale et couleur brun foncé des tiges à l'ouverture) à quelques rares exceptions près dont le nombre n'a malheureusement pas été enregistré de manière précise, mais qui est négligeable. Ces quelques échecs étaient à mettre au compte soit de la mauvaise fermeture soit d'infiltrations d'eau dans la fosse. Dans le premier cas on pouvait constater un envahissement de moisissures dans la masse du fourrage dont la couleur et l'odeur n'avaient pas ou très peu changé. Dans le second cas on constatait, particulièrement au fond de la fosse, une masse brune mais humide, voire déliquescence, impropre à la consommation par les animaux.

La teneur moyenne en matière sèche des tiges traitées a été de $56 \text{ p.100} \pm 12$ (tableau I). La teneur moyenne en équivalent azoté ($N \times 6,25$) des tiges est passée de 41 ± 11 avant traitement à $78 \pm 34 \text{ g/kg MS}$ après traitement (tabl. I), ce qui correspond à une augmentation moyenne de 36 g, très significative ($P < 0,001$). Le degré d'uréolyse a été en moyenne très satisfaisant (90 p.100) sauf dans un cas (70 p.100) pour lequel la teneur en $N \times 6,25$ finale a ainsi atteint 180 g/kg MS . La digestibilité cellulase, exprimée en p.100 MS, est passée globalement de $40,1$ à $54,0$ (tabl. I). L'augmentation de digestibilité, de $12,3 \pm 5,2$ points, est significative ($P < 0,001$).

Les traitements expérimentaux

L'effet des différents paramètres sur la valeur nutritive n'a pas été statistiquement significatif (tabl. II). Les résultats indiquent toutefois les tendances suivantes :

- trois semaines sont préférables à deux. En effet, les augmentations de la teneur en $N \times 6,25$ passent de 30 à 67 g/kg MS et celles de la digestibilité cellulase de 8,9 à 14,1 points lorsqu'on attend une semaine de plus ;

TABLEAU I Teneur en matière sèche et en équivalent azoté ($N \times 6,25$), digestibilité de la matière sèche estimée par le test Cellulase Rexen et degré d'uréolyse de 10 tiges de maïs avant et après traitement à l'urée¹ effectué en vrac dans des petites fosses tapissées de pétioles ou de limbes de bananiers. Campagne 1988.

Tiges de maïs (nombre de couples)	Non traitées	Traitées	Effet du traitement (10)
Matière sèche (p. 100 du frais)	91 (8)	56 (12)	—
$N \times 6,25$ (g/kg MS)	41 (1,1)	78 (3,4)	$P < 0,001$
Digestibilité cellulase Rexen (MS disparue pourcentage MS présente)	40,1 (3,5)	54,0 (5,1)	$P < 0,001$
Urée disparue (p. 100 urée apportée)	—	90 (2,1)	—

() : écart-type réduit.

¹ Solution d'urée apportant 6 kg d'urée et 50 à 60 kg d'eau par 100 kg de tiges de maïs à 90 p. 100 de matière sèche.

TABEAU II Influence de la durée du traitement et des quantités d'urée et d'eau sur l'augmentation de la teneur en équivalent azoté et de la digestibilité de la matière sèche estimée par le test cellulase Rexen d'une tige de maïs traitée en vrac dans des petites fosses de 0,5 m tapissées de plastique labellisé. Campagne 1988.

Paramètre du traitement	Nombre d'échantillons	Augmentation T – NT ¹ de	
		digestibilité cellulase	
		N × 6,25 (g/kg MS)	(²)
Tous traitements effet traitement	12	48 ± 36	11,3 ± 3,8 P < 0,01
Durée (semaines)			
2	6	30 ± 5	8,9 ± 2,2
3	6	67 ± 30	14,1 ± 3,0
effet durée		NS	NS
Dose d'urée (p. 100 tiges)			
4	4	42 ± 24	9,6 ± 3,5
6	4	42 ± 18	11,7 ± 2,7
8	4	60 ± 46	12,9 ± 5,8
effet urée		NS	NS
Quantité d'eau (p. 100 tiges)			
50	6	53 ± 35	12,3 ± 4,7
60	6	39 ± 16	10,0 ± 2,3
effet eau		NS	NS
Effet durée × urée × eau		NS	NS
Echantillon témoin	1	N × 6,25 (g/kg MS)	digestibilité cellulase (p. 100 MS)
		48	38,6

(¹) T = traité ; NT = non traité.

(²) Différences de pourcentages.

- la dose d'urée a un effet bénéfique sur l'efficacité du traitement ;

- en revanche l'adjonction d'eau semble entraîner une diminution de la teneur en N × 6,25.

Le traitement en tas

Paramètres des traitements expérimentaux (tableau III)

La durée du traitement, la dose d'urée et la quantité d'eau n'ont eu d'effet significatif (P < 0,04, P < 0,02 et P < 0,01, respectivement) que sur la teneur en équivalent azoté. Comme pour l'essai précédent, on retrouve cependant les mêmes tendances sur l'évolution de la qualité

TABEAU III Influence de la durée du traitement et des quantités d'urée et d'eau sur l'augmentation de la teneur en équivalent azoté et de la digestibilité de la matière sèche estimée par le test cellulase Rexen d'une tige de maïs traitée en tas de 80 balles (1,2 tonne) recouverts de film de plastique labellisé (150 µm). Campagne 1989.

Paramètre du traitement	Nombre d'échantillons	Augmentation T – NT ¹ de	
		digestibilité cellulase	
		N × 6,25 (g/kg MS)	(²)
Tous traitements effet traitement	16	73 ± 27 P < 0,01	15,8 ± 4,9 P < 0,01
Durée (semaines)			
2	4	63 ± 12	14,0 ± 7,0
3	4	86 ± 32	12,1 ± 2,2
4	4	67 ± 20	17,9 ± 4,0
5	4	77 ± 39	17,4 ± 5,5
effet durée		P < 0,04	NS
Dose d'urée (p. 100 tiges)			
6	8	67 ± 22	13,6 ± 4,8
8	8	80 ± 31	18,0 ± 4,0
effet urée		P < 0,02	NS
Quantité d'eau (p. 100 tiges)			
40	8	94 ± 26	16,1 ± 4,4
60	8	53 ± 15	15,5 ± 5,9
effet eau		P < 0,01	NS
Interactions durée × eau urée × eau urée × eau × durée		P < 0,05 NS NS	NS NS NS
Echantillon témoin	1	N × 6,25 (g/kg MS)	digestibilité cellulase (p. 100 MS)
		31	34,2

(¹) T = traité ; NT = non traité.

(²) Différences de pourcentages.

des tiges avec la durée du traitement, notamment en ce qui concerne la diminution de la teneur en N × 6,25 lorsque les quantités d'eau ajoutées augmentent.

Traitements réalisés en coopératives d'éleveurs pendant la campagne 1990 (tableau IV)

Les 18 traitements en tas, jugés sur la couleur (photo 4), l'odeur et l'homogénéité des tiges à l'ouverture, ont été réussis. Il convient de mentionner que, malgré les quantités d'eau retenues à la lumière de l'essai préalable, ces traitements ont en fait été réalisés à des doses plus élevées que prévues (allant de 52 à 68 p.100).

TABLEAU IV Teneur en équivalent azoté ($N \times 6,25$) et digestibilité de la matière sèche estimée par le test cellulase REXEN de 6 tiges de maïs traitées à l'urée en tas de 3,4 à 8,6 tonnes à l'échelle de la coopérative d'éleveurs. Campagne 1990.

Tiges de maïs nombre de couples	Non traitées	Traitées	Effet du traitement (6)
$N \times 6,25$ (g/kg MS)	37 (11)	81 (18)	$P < 0,01$
Digestibilité cellulase Rexen (p. 100 MS)	34,2 (3,1)	46,1 (3,3)	$P < 0,001$

() écart-type réduit.

Solution d'urée apportant de 5,0 à 6,8 kg et de 52 à 68 kg d'eau par 100 kg de tiges de maïs à 90 p. 100 MS.

Durée du traitement : 3 semaines.

L'augmentation significative ($P < 0,01$) de la teneur en $N \times 6,25$, de 44 ± 24 g/kg MS, est du même ordre de grandeur que celles observées en fosse. Elle est toutefois moins élevée que celle (73 ± 27 g/kg MS) de l'essai factoriel.

L'augmentation très significative ($P < 0,001$) de la digestibilité cellulase, de $11,2 \pm 2,3$ points, plus faible que celle ($15,8 \pm 4,9$ points) de l'essai factoriel est, elle aussi, du même ordre de grandeur que celle observée avec les traitements en fosse.

Discussion

Aspects méthodologiques

Ces contrôles et ces essais ont été conduits dans le cadre d'une opération de développement. Leur nombre et leur répétition ainsi que les mesures effectuées ont donc été forcément limités par les impératifs pratiques. On pourrait également critiquer le mode de préparation des échantillons et le choix des critères de laboratoire.

C'est ainsi qu'il n'a pas été possible de conditionner les tiges traitées d'une façon permettant de doser les diverses fractions azotées apportées par le traitement et dites fixées par le fourrage. Celles-ci sont l'azote soluble dans l'eau (labile), et l'azote insoluble dans l'eau (fixé sur les parois) dont une partie est soluble dans les détergents neutres et l'autre, solidement fixée sur les parois indigestibles (7), est insoluble dans ces produits.

Pendant comme les tiges traitées étaient aérées pendant 24 heures avant leur distribution aux animaux, et donc partiellement séchées, on a tout lieu de penser que les résultats du dosage de l'azote effectué sur les échantillons ainsi préparés reflètent assez bien la quantité présente au moment de son ingestion. En outre, compte

tenu du délai (plusieurs mois dans certains cas) entre la prise de l'échantillon et son analyse, il aurait été illusoire de vouloir doser ces différentes fractions. On sait en effet que la fraction soluble dans l'eau décroît avec le temps pour laisser place à la fraction fixée sur les parois. Celle-ci représente en moyenne le tiers de la totalité de la fraction azotée dite fixée (7).

Il est par ailleurs certain que le séchage des tiges après leur traitement favorise la poursuite partielle de l'uréolyse (9). La détection de l'urée résiduelle sur des échantillons résultant de traitements pour lesquels l'uréolyse aurait été incomplète a donc pu être masquée. Malgré cela le fait de n'avoir observé ici qu'un cas où la teneur en $N \times 6,25$ est élevée (180 g/kg MS) et où l'uréolyse n'est que de l'ordre de 70 p. 100, laisse penser que l'uréolyse a dans l'ensemble été complète.

Le test de digestibilité cellulase REXEN (17) reflète sans doute moins bien la digestibilité réelle qu'un test de digestibilité *in sacco* mais sans doute mieux (1) que le test de digestibilité *in vitro* de TILLEY et TERRY (22). Or on ne disposait pas d'animaux fistulés. C'est pourquoi on l'a adopté, uniquement dans une optique d'appréciation de l'effet traitement pour laquelle il est bien adapté et de toutes façons beaucoup plus sélectif que les dosages NDF et ADF (1).

Les traitements et leur efficacité

Traitements en fosse

L'augmentation de la teneur en $N \times 6,25$ des traitements en fosse effectués chez les éleveurs (37 g/kg MS) et en essais (48 g/kg MS) est correcte mais toutefois inférieure à celles généralement observées dans la littérature (3, 5). Celles-ci peuvent, d'ailleurs, être très voisines de celles (50 à 60 g/kg MS) observées avec des pailles traitées à l'ammoniac anhydre (2). Elle est également variable (± 36 g/kg MS). Cette variabilité est sans doute plus à mettre au compte de l'hétérogénéité des modalités pratiques d'exécution du traitement (observation plus ou moins rigoureuse des doses, couverture...), qu'à la présence d'urée résiduelle liée à des uréolyses incomplètes puisque celles-ci ont atteint 90 p.100.

L'augmentation de la digestibilité cellulase (13,9 et 11,3 points), également variable ($\pm 3,8$ points) est de l'ordre de celles observées par ailleurs (2). Cette augmentation témoigne d'un bon traitement "alcalin". Elle est plus élevée que celles que l'on aurait pu attendre au vu des augmentations relativement modestes de la teneur en azote qui constitue généralement un bon indicateur de la réussite du traitement. Cette observation tend à faire penser que les teneurs en azote ont sans doute été sous-estimées en raison du délai entre la constitution de l'échantillon et le dosage. En effet, comme on a pu le constater par ailleurs (BESLE et CHENOST, non publié), la fraction labile de l'azote fixé continue à s'échapper progressive-

M. Chenost V. Royer J.M. Centres F. Gaillard J. Davis

ment même si les échantillons sont conservés en sachets de plastique car ceux-ci ne sont pas absolument étanches.

L'effet assez peu marqué des paramètres de traitement (doses d'urée et d'eau, durée) a amené les auteurs à continuer de recommander ceux qui avaient été utilisés jusqu'ici. On a préféré la dose d'urée de 6 p. 100 à celle de 4 p. 100 pour privilégier les chances d'efficacité du traitement, et à celle de 8 p. 100 pour des raisons de coût du traitement.

Sur un plan essentiellement pratique il conviendrait de bien recommander, suivant le nombre d'animaux par exploitation, le compromis - volume/nombre de fosses - optimum permettant d'affourager les animaux pendant une durée suffisante sur le plan nutritionnel, soit un mois et demi au moins.

Traitements en tas

Les paramètres testés pour les traitements en tas n'ont modifié significativement ni la teneur en N x 6,25 ni la digestibilité. On a donc recommandé pour ces traitements les mêmes paramètres (sauf pour ce qui concerne les quantités d'eau) que pour le traitement en fosse. En effet, dans le contexte fourrager de la région et l'urgence de pallier la pénurie fourragère en cette saison, l'augmentation de la durée de traitement est un handicap et on a préféré 3 à 5 semaines ; une dose d'urée de 6 p. 100 permet d'éviter tout risque d'excès d'urée due à des uréolyses éventuellement moins complètes à 8 qu'à 6 p. 100, ce qui n'avait toutefois pas été le cas ici.

Enfin on a retenu des doses d'eau de 40 p. 100 au lieu de 60 afin de manipuler des quantités le moins élevées possible, facteur très contraignant pour des traitements à grande échelle.

La durée des opérations de traitement en tas, et surtout le risque de détérioration par piétinement des balles lorsqu'on les asperge lit par lit, constitue un point faible de la technique. Aussi, à partir de la campagne 1990, a-t-on essayé d'effectuer l'aspersion en une seule fois, directement sur le sommet et les côtés des tas. L'efficacité des traitements ainsi réalisés, appréciée par l'odeur, la couleur des tiges et l'absence de moisissures des balles des lits inférieurs, a été très bonne. C'est finalement par une seule aspersion directe que les traitements ont été réalisés, avec succès, en 1990. Il conviendrait de bien vérifier de façon plus analytique l'absence d'incidences négatives d'une telle méthode sur la valeur alimentaire du produit final.

En définitive, l'intérêt de ces traitements réside surtout dans le fait qu'ils simplifient la tâche du paysan non seulement pour les opérations de traitement proprement dites mais aussi pour celles de la collecte et du transport des tiges depuis le champ jusqu'au lieu d'utilisation.

RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES ET TENTATIVE D'ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Matériel et méthodes

Essai d'alimentation

Cet essai a été réalisé chez des éleveurs répartis en deux groupes distribuant aux animaux les tiges soit en l'état, soit traitées. Compte tenu du petit nombre de vaches par exploitation (une à trois) il n'a en effet pas été possible de distribuer simultanément les deux types de produits sur la même exploitation. A partir de 25 élevages provenant de 4 villages, on a constitué un lot de 18 vaches et un lot de 21 vaches, les plus équilibrés possible selon la situation géographique de l'élevage, la production laitière et le stade de lactation des vaches, celles-ci ayant toutes vêlé au cours des 3 mois précédents. Il faut rappeler que les tiges avaient été traitées en tas à raison de 6 kg d'urée et 60 kg d'eau par 100 kg de tiges.

L'essai a débuté en septembre 1989, un mois après le début de la récolte du maïs, et s'est déroulé sur 12 semaines divisées en trois périodes de 4 semaines chacune. Un lot a reçu les tiges non traitées pendant toute la durée de l'essai. L'autre lot a reçu les tiges traitées en tas pendant une période de 4 semaines encadrée elle-même par deux périodes de 4 semaines de tiges non traitées.

Les tiges étaient fournies en balles aux éleveurs tout au long de la période de contrôle. Les balles traitées étaient ouvertes 12 à 24 heures avant leur distribution aux animaux de façon à aérer les tiges afin de réduire la fraction d'ammoniac labile non fixée et, ainsi, faire disparaître l'odeur ammoniacale piquante.

Traitées ou non, les tiges étaient distribuées à volonté aux vaches dont le poids moyen était de 250 à 300 kg suivant les types génétiques. Les refus étaient de l'ordre de 10 p. 100 par rapport aux quantités offertes.

Les éleveurs distribuaient en plus des tiges de maïs soit des feuilles et des tiges de bananier, soit de l'herbe coupée le long des routes, soit les deux. Sur les 25 élevages, 17 distribuaient des concentrés (essentiellement du tourteau de coton) à raison de 2 à 3 kg/j/vache indépendamment de la production laitière.

Des agents du Projet se rendaient sur chaque exploitation une fois par semaine, le matin, l'après-midi et le lendemain matin, pour peser les quantités d'aliments proposés et refusés. Ils pesaient également les quantités de lait produites à chaque traite (deux par jour, le matin et le soir).

Evaluation socio-économique du traitement

Il ne nous appartient pas, dans le contexte de cette publication, de dresser le bilan économique de l'opération de traitement dans la région concernée. Un tel travail requiert, en effet, la contribution de spécialistes. Toutefois, comme ce dernier avait été partiellement abordé dans le cadre plus général du Projet (18, 23), on a utilisé les résultats de l'enquête socio-économique lancée dès 1990 par le Projet chez 69 éleveurs représentant environ 25 p. 100 des exploitants distribuant des tiges traitées, pour en reprendre les principales conclusions afin de compléter les résultats zootechniques de l'essai alimentation.

Analyses statistiques

Les tests de comparaison de moyennes et d'analyse de variance du programme STATITCF (11) ont été utilisés pour évaluer les effets du traitement sur la production laitière.

Résultats

Essai sur vaches laitières

C'est finalement sur 15 vaches du lot tiges traitées et sur 10 des vaches du lot tiges non traitées qu'a porté l'analyse des résultats, 3 vaches avaient été affectées par la fièvre aphteuse dans le premier lot. Par ailleurs, dans le deuxième lot, 7 vaches n'avaient pas pu recevoir les quantités d'aliments concentrés prévues du fait d'une pénurie, et la production laitière de 4 autres avait chuté anormalement sans raisons apparentes.

Les quantités moyennes de tiges ingérées n'ont pas pu être mesurées de façon suffisamment précise tout au long de l'essai pour pouvoir apprécier l'effet du traitement sur leur ingestibilité. Traitées ou non, les quantités de MS ingérées ont été de l'ordre de 4 kg/j et ont représenté environ les deux tiers de la ration totale. Les refus effectués avec les tiges traitées ont eu toutefois tendance à diminuer avec le temps.

Les quantités moyennes de lait produites par vache et par jour des lots I et II étant devenues dissemblables - respectivement 6,1 et 5,3 kg (tableau V) - pendant la première période (voir plus haut), on ne peut comparer les lots entre eux que sur les variations des productions moyennes entre périodes.

Les productions moyennes des vaches du lot I (tiges NT) sont passées de 6,13 à 5,35 puis à 5,05 kg/j et celles du lot II (tiges T) de 5,28 à 5,74 puis à 5,01 kg/j, respectivement pendant les périodes 1, 2 et 3. Le passage du lot II aux tiges traitées (période 1 à 2) a permis de remonter

TABLEAU V Production laitière moyenne par vache et par jour suivant les périodes de contrôle et la nature des tiges de maïs distribuées en exploitation. Campagne 1990.

Numéro de période	Production laitière (kg/vache/jour)			Signification des variations de la production laitière entre périodes		
	1	2	3	2-1	3-2	3-1
lot 1 (n = 10) régime lait (ETR)	NT 6,13 (3,33)	NT 5,35 (2,70)	NT 5,05 (2,73)	P < 0,05	P < 0,01	P < 0,05
lot 2 (n = 15) régime lait (ETR)	NT 5,28 (1,98)	T 5,74 (2,15)	NT 5,01 (2,04)	P < 0,05	P < 0,01	NS

NT : tiges non traitées ; T : tiges traitées.

n : nombre d'animaux par lot.

ETR = écart-type réduit.

La durée de chaque période est de 4 semaines.

significativement ($P < 0,05$) la production laitière de 460 g/j alors que, dans le même temps, celle du lot I diminuait, également de manière significative ($P < 0,05$), de 780 g/j (tableau V). C'est ainsi que, malgré une chute significative ($P < 0,01$) de la production laitière pour les deux lots de la période 2 à la période 3, la décroissance globale de la production laitière sur tout l'essai a été importante et significative ($P < 0,05$) pour le lot tiges NT et non significative pour le lot tiges T.

Intérêt socio-économique

L'intérêt du traitement des tiges de maïs à l'urée, tant en fosse qu'en tas à l'échelle des coopératives a été apprécié et reconnu par les éleveurs (14, 18, 23). Très rapidement après les essais d'alimentation, 20 p. 100 d'entre eux ont traité eux-mêmes leurs propres tiges en fosse. L'enquête menée sur l'échantillon représentant 25 p. 100 des éleveurs distribuant des tiges traitées a révélé que 84 p. 100 d'entre eux émettaient des commentaires favorables : augmentation de l'acceptabilité du fourrage et de la production de lait.

Discussion

Aspects méthodologiques

Comme pour le suivi technique des traitements proprement dits et pour les mêmes raisons déjà évoquées, on pourrait reprocher à cet essai sa brièveté dans le temps

(12 semaines) et dans l'espace (39 vaches appartenant à 25 élevages). Il est en outre dommage de n'avoir pas pu distribuer simultanément des tiges en l'état et des tiges traitées à l'intérieur d'une même exploitation ni d'en peser les quantités ingérées de manière précise. Les résultats de cet essai sont cependant complétés par ceux des enquêtes menées par ailleurs.

Réponse des animaux

Contrairement aux témoignages (23) recueillis parmi la majorité des 276 éleveurs de la région ayant utilisé des tiges traitées, ces dernières, dans cet essai, ne semblent pas avoir été consommées en quantités plus importantes que les tiges non traitées. Il aurait été intéressant de pouvoir en connaître les raisons.

La substitution des tiges non traitées par les tiges traitées dans la ration n'a ainsi, toute complémentarité de ces tiges égale par ailleurs, entraîné une augmentation de la production laitière que de l'ordre de 0,8 kg de lait par vache et par jour.

Cette augmentation est inférieure à celles observées par ailleurs dans des conditions similaires, à Madagascar, où des vaches Zébu Malgache croisées Pie Rouge Norvégienne recevant 6 kg/j de pailles de riz traitées produisaient de 1,5 à 2,0 kg de lait en plus par jour par rapport à celles recevant les pailles en l'état (CHENOST, non publié).

L'augmentation de la production laitière constatée ici ne représente d'ailleurs que la moitié de celle qu'on aurait pu espérer en prenant les augmentations de valeur alimentaire des tiges de maïs (de l'ordre de 0,12 UF, 13 g de PDIN et 9 g de PDIE par kg de MS) calculées (10) à partir des résultats de laboratoire. Cette observation n'est pas nécessairement un constat de mauvaise utilisation des tiges traitées par les vaches. On sait en effet (4) que la valeur énergétique des pailles traitées calculée à partir des performances est souvent inférieure à celle calculée à partir de la mesure de digestibilité *in vivo*, surtout dans le cas où la complémentarité représente une part importante de la ration et où les quantités de pailles traitées ingérées ne sont pas plus élevées que celles de pailles non traitées, ce qui est le cas de cette étude.

Première appréciation de l'intérêt socio-économique du traitement des tiges de maïs

L'intérêt économique reste certes à estimer avec précision, mais il ressort des calculs effectués en 1990 (15, 18) que le coût du traitement proprement dit des tiges de maïs était de l'ordre de 5 à 10 Tsh (shilling tanzanien) et de 30 à 40 Tsh, pour les traitements en fosse et en tas, respectivement (tableau VI). Dans ces conditions et dans les conditions de prix pratiqués à cette époque, il apparaît qu'une production supplémentaire de 0,8 kg de lait

TABLEAU VI Quelques prix relevés à l'époque de l'étude (1990) dans la région Kilimandjaro-Arusha et coût du traitement des tiges de maïs à l'urée en fosse et en tas.

Matière	Prix (Tsh)
Urée (kg)	10
Lait (kg) payé au producteur	40 à 70
Aliment concentré vache laitière local	16 à 20
Film de plastique (rouleau de 50 kg, 12 ou 14 m de large, 150 µm d'épaisseur), importé de France	42 000
Tiges de maïs (kg)	3
Paille de riz (kg)	0,5 à 1,0
Fanes de haricots (kg)	2 à 3
Stipe de bananier (unité)	0 à 100
Salaire de journalier agricole	200 à 300
Location d'un pick-up pour trajet < 15 km (par jour)	1 000 à 3 000
Coût du traitement des tiges de maïs (par kg) — (15) —	
• en fosse	5 à 10
• en tas	30 à 40

1 Tsh (Shilling tanzanien) = 0,025 FF (Franc français).

par jour (obtenue avec une ingestion journalière de 6 kg de MS de tiges traitées) est à peine attractive par rapport aux tiges non traitées. Il est vrai que ce supplément de production est certainement, on l'a vu plus haut, sous-estimé.

Ainsi, dans le contexte technico-économique de l'époque à laquelle se rapportent ces résultats il apparaît, compte tenu des coûts de traitement et de transport, que ce sont finalement les exploitants les plus aisés, donc ceux pour lesquels le traitement est techniquement le moins indispensable (achats de concentrés non limités), qui constituaient les "cibles" bénéficiaires du traitement à grande échelle, contrairement aux petits éleveurs, cible initialement visée.

On aurait peut-être pu penser à des traitements à grande échelle au niveau de la coopérative, mais sans presse, pour en limiter le coût. En fait, les travaux culturaux survenant à cette saison excluent toute demande de travail supplémentaire de la part des exploitants. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on n'a envisagé le traitement à grande échelle qu'à travers la mise en balle, source de gain de temps pour l'exploitant non seulement en ce qui concerne les travaux de traitement mais également, et surtout, en ce qui concerne la collecte et le transport des tiges de maïs. Le pressage, qui permet de multiplier par trois la capacité de chargement par rapport aux tiges en vrac, rend ainsi la motorisation rentable à partir de distances à parcourir supérieures à 5 km pour un pick-up et à 15 km pour un camion (14), ce qui est très fréquent dans la région. La mécanisation de la collecte et du

transport des tiges est en outre un moyen psychologiquement très attractif puisqu'elle réduit la pénibilité de ces opérations.

Pour être complet il aurait été bon de comparer l'intérêt respectif de l'urée non seulement en tant qu'agent de traitement améliorateur de la valeur alimentaire mais aussi en tant que complément alimentaire (source d'azote non protéique) et, également, en tant que fertilisant afin de savoir à travers quelle "filière" l'azote de l'urée était le mieux valorisé. Les conditions dans lesquelles on a travaillé ne permettent malheureusement pas de répondre à cette question au demeurant importante.

CONCLUSION

En Tanzanie, le traitement à l'urée des tiges de maïs de la région Kilimandjaro-Arusha permet d'améliorer leur valeur alimentaire et la production laitière, très modeste, des vaches des petits éleveurs de cette région pendant la saison sèche.

Sa réussite technique ne dépend pas du niveau auquel il est effectué : individuel en fosse avec les moyens disponibles localement ou à l'échelle de la coopérative en tas après mise en balles. L'intérêt du traitement en tas par rapport au traitement individuel réside surtout dans le fait qu'il amène à mécaniser les opérations de collecte, de conditionnement et de transport des tiges. Sa simplification grâce à une seule aspersion, qui doit être confirmée, est en outre prometteuse sur le plan de l'organisation des chantiers.

Les aspects techniques du traitement à l'urée des tiges et de leur utilisation ne constituent donc pas des facteurs limitants à l'introduction de cette méthode.

Les chances de succès de sa généralisation dans la région dépendront essentiellement des aspects zootechniques et économiques (coût des intrants, organisation des opérations) et de la qualité du réseau de l'encadrement qui y sera consacré.

Quant à la production, la réponse des animaux recevant des fourrages pauvres traités est d'autant plus marquée que la part de ces fourrages dans la ration est plus importante et que la période pendant laquelle ils sont distribués est plus longue (4). Le niveau de production laitière des vaches de la région autorise ainsi une contribution des tiges traitées dans la ration très intéressante. La période d'affouragement des tiges est, elle, de l'ordre de deux mois en moyenne dans la région. C'est une durée minimale sur le plan de l'intérêt nutritionnel du traitement. Le développement de cette méthode peut être en outre très certainement facilité par la présence des quantités importantes de pailles de riz du récent projet rizicole de 1 100 ha dans la plaine Masaï, financé par le Japon. Ces pailles, actuellement brûlées, peuvent être traitées à grande échelle suivant les mêmes techniques que les tiges de maïs, comme on a pu le montrer en 1990 où 42

tonnes traitées en tas et une seule aspersion, avec trois coopératives de la zone montagneuse, avaient été rapidement achetées par les éleveurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. BESLE (J.M.), SIGNORET (C.), CHENOST (M.), AUFRERE (J.), JAMOT (J.). Prediction of the organic matter digestibility of ammoniated and untreated staw by densitometry: comparison with other predictors. *In* : CHENOST (M), REINIGER (P.), Eds. Evaluation of Straw in Ruminant Feeding. London and New York, Elsevier Applied Science, 1989. p. 134-143.
2. CHENOST (M.), DULPHY (J.P.). Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitements. *In* : DEMARQUILLY (C.), Ed. Les Fourrages secs : récolte, traitement, utilisation. Paris, INRA, 1987. p. 199-230.
3. CHENOST (M.), GAILLARD (F.), BESLE (J.M.). Les cannes de maïs dans l'alimentation des ruminants. Conservation à l'ammoniac et à l'urée et valeur alimentaire. *Prod. anim.*, 1991, 4 : 169-175.
4. DEMARQUILLY (C.), CHENOST (M.), RAMIHONE (B.). Intérêt zootechnique du traitement des pailles à l'ammoniac. *In* : Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. Paris, INRA, 1989. p. 441-455.
5. DIAS da SILVA (A.A.), MASCARENHAS-FERREIRA (A.), GUEDES (C.V.M.). Effect of moisture level, treatment time and soya bean addition on the nutritive value of urea-treated maize stover. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1988, 19 : 67-77.
6. DOYLE (P.T.), DEVENDRA (C.), PEARCE (G.R.). Rice straw as a feed for ruminants. Canberra, Australia, IDP, 1986. 117p.
7. DRYDEN (G.Mc L.), KEMPTON (T.J.). Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1983, 10 : 65-75.
8. GAILLARD (F.). La récolte des tiges de maïs. *BTMEA*, CEMAGREF, 1987, 19-20 : 9-23.
9. HASSOUN (Ph.). Amélioration de la valeur nutritive de la bagasse de canne à sucre par un traitement à l'ammoniac (généré par hydrolyse de l'urée) et son utilisation par les ruminants. Rôle des microorganismes sur l'uréolyse. Thèse, Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 1987. 225 p.
10. Institut national de la recherche agronomique (INRA). Alimentation des bovins ovins et caprins. Paris, INRA. 1988. 471 p.
11. Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF). Logiciel d'analyses statistiques. Version 5. Paris, ITCF. 1991.
12. LAURENT (C.). End of assignment report. Moshi, Tanzanie, FAO, 1986. 30 p. (URT/81/016)
13. LAURENT (C.), CENTRES (J.M.). Elevage bovin laitier en Tanzanie. Un programme de développement pour les petits producteurs des régions Kilimandjaro et Arusha. Versailles. INRA. Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 1990. 110 p. (Document de travail de l'URSAD. Versailles, Dijon, Mirecourt)
14. LYIMIO (S.), ROYER (V.). Survey on small scale roughage treatment. Moshi, Tanzanie. FAO, 1990. mimeo 16 p. (URT/86/013)
15. LYIMIO (S.), ROYER (V.). Roughage compaction and large scale roughage treatment, 1990 campaign. Moshi, Tanzanie, FAO, 1990. mimeo 6 p. (URT/86/013)

M. Chenost V. Royer J.M. Centres F. Gaillard J. Davis

16. MORUNGU (L.S.). Feeding cows for milk production in the Arusha/Kilimanjaro coffee/banana belt of Tanzania. FAO Projet : assistance to smallholders in dairy development. Case study. In : Feeding Dairy Cows in the Tropics. Rome, FAO, 1991. p. 215-224. (FAO Animal Production and Health Paper No. 86)

17. REXEN (B.). Enzyme solubility: a method for evaluating the digestibility of alkali-treated straw. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 1977, 2: 205-218.

18. ROYER (V.). Large scale roughage treatment campaign, April 1989-February 1990. Moshi, Tanzanie, (FAO, 1990. mimeo 31 p. (URT/86/013)

19. SAADULLAH (M.), HAQUE (M.), DOLBERG (F.). Effectiveness of ammonification through urea in improving the nutritive value of straw in ruminants. *Trop. Anim. Prod.*, 1981, 5: 273-277.

20. SAHNOUNE (S.), BESLE (J.M.), CHENOST (M.), JOUANY (J.P.), COMBES (D.). Ammoniation of straw via the hydrolysis of urea. 1. Ureolysis in low water medium. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 1991, 34: 75-93.

21. SCHIERE (J.B.), IBRAHIM (M.N.M.). Feeding of urea-ammonia treated rice straw. Wageningen, Pudoc, 1989. 125 p.

22. TILLEY (J.M.A.), TERRY (R.A.). A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld Soc.*, 1963, 18: 104-111.

23. WUEST (U.), ROYER (V.). Large scale roughage treatment programme, survey: small holders' views on the programme. Moshi, Tanzanie, FAO, 1990. mimeo 16 p. (URT/86/013)

CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Utilisation of urea-treated maize stalks by dairy cows in coffee and banana producing regions of Tanzania. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 597-608

From 1988 to 1990 the authors tested ammonia treatment via ureolysis of maize stalks from the Masai Plateau, Tanzania, either in pits (on the farm) or in large stacks (in the cooperative units). During the dry season, this feed is an essential dietary resource for the small farmers settled in the mountains. The procedures for pit and stack treatment are described in details in the paper. Increase in the crude protein content (N x 6.25) range from 37 to 48 and from 44 to 73 g/kg dry matter (DM) for pit and stack treatments, respectively. DM digestibility (expressed as % DM), measured by the Rexen Cellulase technique, increased by 10.0-14.1 and 11.9-16.1 points, respectively for pit and stack treatments. Substitution of untreated for treated maize stalks in the daily diet of moderately yielding cows (5-6 kg milk milked a day in addition to that suckled by the calf) receiving the same feed supplements led to an average milk yield improvement of 0.8 kg/cow/day in 25 farms. This increase was less marked than that expected from the improvement of the feeding value and in comparison with observations made elsewhere in similar conditions. This improvement was, however, appreciated by most of the 276 farmers participating in a socio-economic inquiry launched in 1990. The advantage of treating maize stalks at the large scale remains to be more thoroughly analysed in keeping with the socio-economic context and the conditions of animal production. It mainly consists in simplifying the collection and transport of maize stalks from the Masai Plateau to their site of utilisation (mountain slopes).

Key words : Cattle - Dairy cow - Fodder - Feeding - Maize - Stalk - Urea - Ammonia - *In vitro* digestibility - Nutritive value - Milk yield - Livestock economics - Tanzania.

CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Tratamiento de los tallos de maíz con úrea y su utilización en la producción lechera en una región productora de café y de platanos en Tanzania. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 597-608

Entre 1988 y 1990, se experimentó un tratamiento a base de amoníaco por hidrólisis de la úrea, tanto a nivel individual, en fosas, como de la cooperativa, sobre pilas de tallos de maíz cultivado en la meseta Masai en Tanzania. Estos tallos constituyen un recurso indispensable durante la estación seca para el sistema forrajero de los pequeños productores lecheros, instalados sobre las vertientes montañosas de estas regiones. Se describen detalladamente las modalidades del tratamiento, en fosa y en pila. El aumento del contenido en equivalente nitrogenado (N x 6,25) se encuentra entre 37 y 48 y entre 44 y 73 g/kg MS para el tratamiento en fosa y en pila respectivamente. La digestibilidad de la MS (en porcentaje de MS), estimada mediante el método enzimático de celulasa de Rexen, aumenta con valores comprendidos entre 10,0 y 14,1 y entre 11,9 y 16,1 puntos para el tratamiento en fosa y en pila respectivamente. La sustitución de los tallos de maíz no tratados por aquellos tratados, en la ración diaria de las vacas de producción moderada (5 a 6 kg de leche por ordeño por día, además de la leche consumida por el ternero) permitió, a un mismo nivel de complementación, un aumento promedio de la producción lechera de 0,8 kg por vaca por día, la cual fue medida en 25 explotaciones. Esta mejora es inferior a la esperada, tanto con respecto al aumento del valor alimenticio, como en comparación a la observada bajo condiciones similares. Sin embargo, la mayoría de los 276 criadores apreciaron este aumento, el cual fue objeto de un estudio socio-económico en 1990. Debe profundizarse sobre el grado de interés que puede representar el tratamiento, así como su importancia a nivel socio-económico y zootécnico. La importancia actual se debe a la simplificación de las operaciones de colecta y transporte de los tallos de maíz desde el sitio de producción en la meseta, hasta su sitio de utilización en montaña.

Palabras claves : Bovino - Vaca lechera - Forraje - Alimentación - Maíz - Tallo - Urea - Amoníaco - Digestibilidad *in vitro* - Valor nutritivo - Producción lechera - Economía de la cría - Tanzania.