

ENGRAISSEMENT A L'AUGE DE BŒUFS DE BOUCHERIE

II. — VALEUR SUPPLÉTIVE DE L'AZOTE UREIQUE POUR DES ENSILAGES DE POMMES DE TERRE ÉTUVÉES ET DE PULPES DE BETTERAVE SUCRIÈRE

PAR

J. L. TISSERAND et S. Z. ZELTER

avec la collaboration technique de A. ROUSTAN.

Laboratoire de recherches de Zootechnis, Institut National Agronomique, Paris.

SOMMAIRE

Une expérience est effectuée, selon la technique des « groupes comparables », sur 6 groupes de 6 bœufs, âgés de 18 à 24 mois, afin de savoir si l'urée peut être utilisée comme source d'azote, pour la production de viande à l'auge, avec des rations à base d'ensilage de pulpes de betteraves sucrières ou de pommes de terre étuvées. L'azote uréique représente 15,9 p. 100 (pulpes), 20,1 ou 24,3 p. 100 (pommes de terre) de l'azote digestible total des régimes alimentaires ; un régime exempt d'urée comportant des céréales (pulpes), ou des céréales et des tourteaux (pommes de terre) sert de terme de comparaison. Les critères adoptés pour l'appréciation de l'efficacité de l'azote uréique sont : gain de poids corporel, indice de consommation, efficacité azotée et qualité de carcasse.

Il est constaté, dans le cas de l'engraissement à l'auge, qu'avec un régime renfermant de l'ensilage de :

a) *Pulpes de betteraves* :

— un niveau azoté de 16,4 g de N digestible total par unité fourragère consommée permet un gain moyen journalier fort convenable (868 g \pm 114) ;

— un abaissement de ce niveau de — 18,3 p. 100 (13,3 g de N digestible /U. F) réduit significativement ce gain (—48,2 p. 100) ;

— une adjonction d'urée à ce bas niveau d'azote de manière à relever celui-ci jusqu'à 15,8 g de N digestible par unité fourragère procure un gain inférieur de —21,4 p. 100 par rapport à celui d'animaux témoins, recevant des

protides de céréales (orge + avoine), en absence d'azote uréique ; l'écart n'est cependant pas significatif, statistiquement ;

— les indices de consommation et les coefficients bruts d'efficacité azotée accusent également des différences qui sont en défaveur des régimes de bas niveau azoté, supplémentés ou non par de l'azote uréique.

b) *Pommes de terre étuvées* :

— le remplacement total des protides de tourteaux et partiel des céréales par de l'azote uréique procure un gain de poids inférieur de — 21,5 p. 100 (régime à 24,3 p. 100 de N uréique) et de — 27,5 p. 100 (régime à 20,1 p. 100 de N uréique) ; le premier de ces écarts est significatif ($0,01 < P < 0,02$), le second l'est à la limite ($0,05 < P < 0,10$) ;

— les indices de consommations sont plus élevés et les coefficients bruts d'efficacité azotée plus faibles pour les rations renfermant de l'azote uréique.

Aucun régime n'exerce d'influence sur le rendement net de viande ; le bas niveau d'azote (13,3 g de N digestible/UF) a cependant une action défavorable sur la qualité de carcasse (manque d'aloiau).

Dans les conditions expérimentales indiquées, l'urée paraît moins apte que les protides des aliments concentrés classiques à satisfaire les besoins mixtes de l'entretien et de l'engraissement à l'auge. Dans l'ensemble, les résultats témoignent d'une utilisation partielle seulement de l'azote uréique chez le bœuf. Ces faits sont en accord avec ceux enregistrés *in vitro* par la technique du rumen artificiel (ZELTER et LEROY 1958) et *in vivo* sur vaches laitières (ZELTER et CHARLET-LERY 1958). La présence de glucides de pommes de terre étuvées ne semble guère améliorer l'efficacité de l'azote uréique.

INTRODUCTION

Dans les régions de grande culture, une production à l'auge de viande de bœuf est techniquement possible aussi bien avec de l'ensilage de pulpes de betteraves sucrières qu'avec celui de pommes de terre étuvées. (TISSERAND et ZELTER, 1960.)

Associés à des fourrages secs, ces aliments ne couvrent pas la totalité des besoins énergétiques et azotés d'un engraissement intensif ; une supplémentation par des aliments concentrés (céréales, tourteaux d'oléagineux), est nécessaire.

Il est admis depuis quelque temps, que les microorganismes des réservoirs gastriques du ruminant possèdent la faculté d'édifier, à partir d'azote indifférencié, des protéines bactériennes utilisables par l'hôte. D'où le regain d'intérêt que connaît ces dernières années, le problème de l'emploi d'azote uréique pour la production de viande de bœuf. Mais certains auteurs américains : BAKER, 1944. BRIGGS et al., 1947. GALLUP, WHITEHAIR et BELL, 1954. KIRK, 1952. LONG et al., 1951. PFANDER, 1954. REYNOLDS et al., 1956. VAN ARSDELL et al., 1953.,

expérimentent l'urée sur des sujets beaucoup plus jeunes que ceux engraisés à l'auge dans nos exploitations betteravières (10-16 mois contre 18-36 mois), avec des régimes alimentaires essentiellement différents (ensilages de maïs ou de sorgho, complétés par des doses massives de mélanges concentrés, où prédomine le maïs grain).

Selon ces chercheurs, l'azote uréique posséderait une moindre efficacité pour l'engraissement que pour la croissance, et subviendrait d'une façon satisfaisante pour environ 25 p. 100 aux besoins protidiques globaux du bouvillon. Toutefois, les réponses à l'urée varient sensiblement avec le type de ration ; elles sont de plus notées tantôt en l'absence de témoin négatif, tantôt avec des régimes excédentaires en protides, ce qui fausse l'interprétation des résultats. On peut dès lors se demander si une supplémentation de régimes à base d'ensilage de pulpes de betterave sucrière ou de pommes de terre étuvées par de l'urée ne réduit pas le coût de l'engraissement, tout en maintenant une vitesse d'engraissement satisfaisante.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'origine des animaux, la technique de formation de lots et la durée des périodes sont celles de la première expérience (TISSERAND et ZELTER,

Test de différence des moyennes de gain

Comparaison entre moyennes de gain de :	Moyenne des différences	Écart-type inter-groupe	Test « t »	Valeur de P
PC et PM	52	318	0,283	0,8 > P > 0,7
PC et PMU	62	261	0,411	P > 0,6
PM et PMU	10	232	0,068	P > 0,9
PTC et PTMU	22	497	0,077	P > 0,9
PTC et PTU	1	387	0,045	P > 0,9
PTU et PTMU	19	491	0,074	P > 0,9
PMU et PTMU	8	425	0,032	P > 0,9

1960), avec cette différence que, dans le cas présent, nous disposons de six groupes comportant chacun 6 sujets (au lieu de deux groupes de 12, précédemment), répartis en deux unités expérimentales indivisibles de trois bœufs. Pendant la période préliminaire, tous les animaux consomment le régime de référence à base de pulpes fraîches de sucrerie utilisé dans l'expérience 1 (TISSERAND et ZELTER, 1960). Les mesures exécutées au cours de cette période et servant à la constitution de groupes comparables sont donnés au tableau I.

Ce dernier fait apparaitre que les groupes ont des niveaux alimentaires et un comportement similaires : les gains moyens journaliers diffèrent très peu (1057 à 1149 g) et les écarts « inter-groupes » sont dé-

pourvus de signification ; les dépenses énergétiques nettes respectives du kg de gain corporel ont des valeurs très voisines et plutôt basses (2,31 à 2,44 UF) pour des animaux en phase initiale d'engraissement. L'ensemble des résultats témoigne de niveaux effectifs corrects d'énergie et d'azote, et de la parfaite comparabilité des 6 groupes formés à l'issue de la période préliminaire.

TABLEAU I

Niveau d'alimentation et gain de poids vif en période préliminaire (bœuf/jour).

Groupes-Régimes	Régime de référence					
	PC	PM	PMU	PTC	PTMU	PTU
Ingesta de matière sèche (kg) :						
Pulpes de betteraves fraîches	4,130	3,963	4,033	4,043	3,990	4,021
Balles de blé	1,340	1,323	1,335	1,346	1,330	1,341
Foin de luzerne	4,220	4,216	4,200	4,166	4,216	4,233
Céréales	0,880	0,880	0,880	0,846	0,830	0,883
Matière sèche totale ingérée	10,448	10,381	10,450	10,407	10,367	10,480
Cellulose Weende % MS	29,34	29,37	29,31	29,36	29,46	29,35
Matière organique digestible (kg)	6,233	6,186	6,238	6,206	6,170	6,250
N (Kjeldahl) digestible (g)	139	139	139	138	138	140
Valeur nutritive de la ration (UF) ⁽¹⁾	6,89	6,78	6,85	6,89	6,72	6,78
g. N digestible/UF	20,2	20,6	20,3	20,0	20,5	20,6
Poids vif moyen à la 1/2 période (kg)	572,6	570,6	572,0	557,9	552,5	571,0
Gain moyen journalier (g)	149 ± 132	1097 ± 127	1087 ± 72	1057 ± 166	1079 ± 230	1058 ± 148
Énergie (UF) disponible pour la production (entretien déduit selon les normes)	2,66	2,57	2,62	2,71	2,57	2,52
Indice brut de consommation (UF)	5,93	6,18	6,30	6,40	6,24	6,45
Indice net de consommation (UF)	2,31	2,34	2,41	2,44	2,38	2,42

⁽¹⁾ Voir mode de calcul au tableau I du mémoire I. TISSERAND et ZELTER, 1960.

A. — EFFICACITÉ RELATIVE DE L'URÉE INCORPORÉE DANS UNE RATION RENFERMANT DES PULPES ENSILÉES DE BETTERAVES SUCRIÈRES

L'essai est effectué avec trois groupes comparables (PC-PMU-PM) pour savoir si en présence de pulpes ensilées de betterave, l'azote uréique est convenablement utilisé aux fins de l'engraissement. Trois régimes théoriquement equi-cellulosiques et isodynames à base d'ensilage de

pulpes sont conçus à cette fin. Cet ensilage, de qualité correcte, renferme p. mille de produit brut : 9,6 d'acide acétique, 4,5 d'acide butyrique, 3,1 d'acide lactique. Les trois régimes caractérisés ci-après, sont distribués à l'issue de la préexpérience, comme suit :

Régime témoin positif (PC). Le niveau azoté est de 16,4 g de N digestible par unité fourragère, soit de 19, 2 p. 100 au-dessous de celui du régime de préexpérience ; ce taux jugé comme satisfaisant est adopté, compte tenu de l'état d'engraissement au début de la phase expérimentale. La ration journalière comporte par animal ; ensilage de pulpes de betterave sucrière (48,5 kg), balles de blé (1,5 kg), foin de luzerne (2,5 kg) et une quantité de mélange céréalier (90 p. 100 d'orge + 10 p. 100 d'avoine) destinée à compléter les besoins théoriques correspondant à un gain quotidien de l'ordre du kilogramme.

Test de différence des moyennes de gain

Comparaison entre moyennes de gain de	Moyenne des différences	Écart-type inter-groupe	Test « t »	Valeur de P
PC et PM.....	392	235	2,889	0,02 > P > 0,01
PC et PMU.....	187	294	1,100	0,3 > P > 0,2
PM et PMU.....	105	232	1,550	0,2 > P > 0,1

Régime expérimental (PMU). — Son niveau azoté est comparable au premier ; 15,9 p. 100 de l'azote total digestible y figurent à l'état d'urée ; la teneur en N digestible est de 15,8 g par unité fourragère, azote uréique inclus, et 13,3 g seulement défalcation faite de ce dernier. Les animaux soumis à ce régime reçoivent quotidiennement ; pulpes ensilées de betteraves (40,0 kg) — balles de blé (1,2 kg) foin de luzerne (2 kg) — urée (55 g) — marc de pommes (2,4 kg), — dépourvu de protides assimilables (CHARLET-LÉRY, LEROY et ZELTER, 1955) — et une petite dose d'amijel (150 g) ; le même mélange céréalier est distribué pour parfaire les besoins prévus selon les normes théoriques déjà indiquées.

Régime témoin négatif (PM). — Il est constitué comme ci-dessus à l'exception de l'urée supprimée *sans compensation* dans un but de contre-épreuve ; il en résulte un bas niveau d'azote représentant 81,7 p. 100 de celui des deux régimes précédents ; ce qui correspond à 13,4 g de N digestible par U.F. consommée, c'est-à-dire à un apport du même ordre que celui du régime PMU si on néglige son azote uréique.

Chaque type de ration est distribué à un groupe de 6 bœufs ; 100 g de mélange minéral commercial sont, en outre, donnés par animal et par jour.

RÉSULTATS

Le tableau II consigne les données relatives à la consommation effective d'aliments et les gains de poids observés au cours de la période expérimentale ; l'évolution du poids corporel est donnée par la figure 1.

— La consommation de foin est pendant la période expérimentale moindre que durant la période préliminaire pour deux raisons :

a) La nécessité d'introduire de l'azote uréique dans le régime expérimental (PMU) impose une réduction partielle de l'azote provenant de la luzerne, et cela dans les 3 régimes, afin qu'ils restent comparables ;

b) Une baisse notable de l'appétit, phénomène courant au stade final de l'engraissement à l'auge, accroît les refus de foin ;

— La dose de mélange céréalier est sensiblement augmentée afin d'assurer un niveau énergétique compatible avec une formation accélérée de tissus adipeux.

TABLEAU II

Niveau d'alimentation et gain de poids vif en période expérimentale (bœuf/jour).

Groupes-Régimes	PC Témoin positif	PM Témoin négatif	PMU Expérimental (urée)
Ingesta de matière sèche (kg) :			
Ensilage de pulpes	4,650	3,665	3,471
Balles de blé	1,272	1,223	1,105
Foin de luzerne	2,341	1,552	1,970
Céréales	3,615	3,206	3,191
Marc de pommes		1,966	2,770
Amijel		0,154	0,154
Urée			0,055
Matière sèche totale ingérée	11,878	11,668	12,662
Cellulose Weende % matière sèche ...			
	27,6	26,8	26,9
Matière organique digestible			
	7,885	7,552	8,009
N digestible/urée excluse			
	156	122	127
(Kjeldahl)/urée incluse			
	—	—	151
N uréique % N digestible total (g) ..			
			15,9
Valeur nutritive de la ration (UF) (1) ..			
	9,50	9,10	9,55
g. N digestible/UF urée excluse			
	16,4	13,4	13,3
urée incluse			
			15,8
Poids vif moyen à la 1/2 période (kg).			
	638,7	632,4	634,8
Gain journalier (g)			
	868 ± 114	476 ± 73	681 ± 126
Énergie (UF) disponible pour la production (entretien déduit selon les normes)			
	4,91	4,54	4,98
Indice brut de consommation (UF) ...			
	10,94	19,12	14,02
Indice net de consommation (UF) ...			
	5,65	9,53	7,31
Rendement net en viande (%)			
	55,29 ± 1,53	54,73 ± 0,91	56,23 ± 2,00

(1) Voir mode de calcul au tableau I du mémoire I, TISSERAND et ZELTER, 1960.

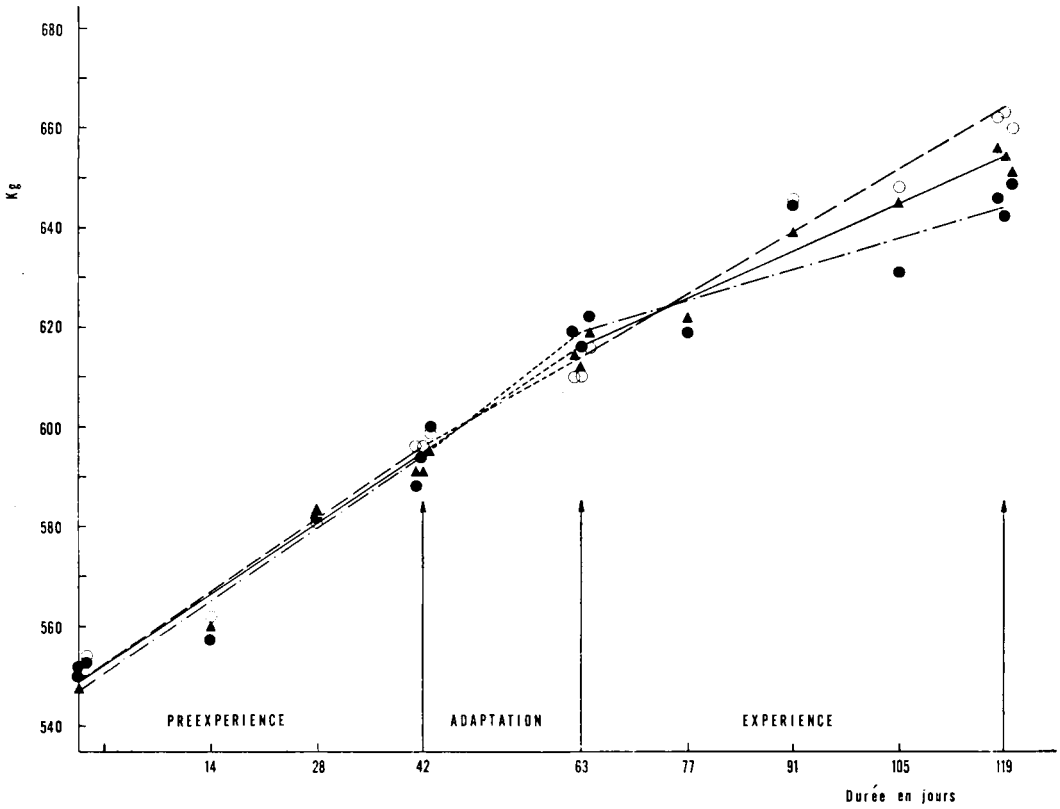


FIG. 1. — Gain de Poigs Corporel.

Préexpérience	○	PC	$y = 548,491 + 1,149x$
	●	PM	$y = 547,546 + 1,097x$
	▲	PMU	$y = 549,210 + 1,087x$
Expérience	○	PC	$y = 614,362 + 0,868x$
	●	PM	$y = 619,032 + 0,476x$
	▲	PMU	$y = 615,73 + 0,681x$

DISCUSSION

a) Effet du bas niveau protidique — (Régime PM).

Pendant la période expérimentale, le gain de poids moyen journalier noté avec le bas niveau d'azote (PM : 13,4 g de N digestible/UF) est nettement plus faible que celui obtenu avec le régime témoin à niveau protidique normal (PC : 16,4 g de N digestible/UF) : 476 g ± 73 g, contre 868 g ± 114 g. La différence est très significative (0,02 > P > 0,01). Ces gains représentent 43,4 p. 100 et 75,5 p. 100 des valeurs moyennes respectives observées dans les deux groupes lors de la période préliminaire, (tableau III).

A première vue, on peut imputer l'écart au niveau énergétique qui, par suite d'une inappétance, due certainement à la carence d'azote, est légèrement plus bas dans le groupe PM (— 0,4 UF), que dans le groupe PC. Si ce facteur avait été seul à jouer, la différence de gain aurait dû être théoriquement de l'ordre de 70 g (calculée d'après l'indice de consommation net du groupe PC) au lieu de 392 g effectivement observés. Il est par conséquent évident qu'un taux de 13,4 g d'azote digestible par unité fourragère, est manifestement insuffisant pour le stade final de l'engraissement. Ce fait est corroboré par l'indice de consommation qui témoigne, dans le cas du bas niveau, d'un gaspillage notable d'énergie alimentaire : la dépense énergétique nette par kilogramme de gain dépasse dans le groupe PM de + 68,2 p. 100 celle du groupe témoin PC (9,53 UF au lieu de 5,65).

TABLEAU III

Taux de gains individuels exprimés en pourcentage, des valeurs correspondantes de la période préliminaire.

Sujet	Gains journaliers absolus (g) en période préliminaire		Taux de gains en période expérimentale	
	Groupe PC (niveau azoté normal)	Groupe PM	Groupe PC (niveau azoté normal)	Groupe PM (bas niveau azoté)
1 ●●●●●	757	736	71,7 %	73,8 %
2 ●●●●●	1036	843	93,7	50,9
3 ●●●●●	1064	971	120,2	36,8
4 ●●●●●	1079	1193	90,7	21,5
5 ●●●●●	1221	1257	46,2	39,2
6 ●●●●●	1736	1586	50,2	49,1
Moyenne pondérée ..	1149 g	1097 g	75,5 %	43,4 %

L'examen des carcasses confirme cette hypothèse de l'insuffisance du niveau protidique réduit : si aucune différence appréciable n'est relevée pour les rendements nets en viande (54,73 p. 100 dans le groupe PM contre 55,29 p. 100 dans le groupe PC), il est constaté par contre, un manque pratiquement généralisé d'aloïu chez les bœufs soumis au bas niveau azoté (PM) ; or on sait qu'en cas de niveau nutritionnel inadéquat ce sont précisément les tissus des régions corporelles à développement tardif (chez l'animal de boucherie cette région correspond à l'aloïu), qui sont les plus affectés.

**b) Effet du bas niveau protidique supplémenté en azote uréique.
(Régime PMU).**

L'enrichissement, au cours de la période expérimentale du régime pauvre en azote (PM) par de l'urée (PMU) permet un gain de poids quoti-

dien moyen de 681 g \pm 126 g. Ce gain est de + 205 g plus élevé que celui des animaux maintenus au bas niveau d'azote (groupe PM) ; il est inférieur de — 187 g au croît moyen des bœufs témoins positifs (PC). Aucune de ces différences n'est significative statistiquement comme le montre le test « t » (tableau II). Elles sont cependant appréciables en valeur absolue. Par rapport à leur performance de la période préliminaire, les sujets PMU maintiennent un niveau moyen de gain (65,6 p. 100) légèrement au-dessous de celui relevé pour le groupe témoin positif (75,5 p. 100), mais nettement meilleur que celui du groupe négatif PM (43,4 p. 100) ; cela apparaît nettement dans les tableaux III et IV.

TABLEAU IV

Influence de l'urée sur le taux de gain des sujets PMU.

Sujet	Gains journaliers absolus (g) en période préliminaire avec niveau d'azote normal	Taux de gains en période expérimentale avec bas niveau d'azote + urée (en % de la période expérimentale)
1	871	55,8
2	907	139,4
3	1057	43,9
4	1129	70,2
5	1279	40,7
6	1279	43,5
Moyenne pondérée..	1087	65,6

Le gain qui résulte de la supplémentation du régime PM par de l'urée (PMU) se situe par conséquent entre ceux du témoin (niveau d'azote normal) et du bas niveau azoté. Il en est de même pour l'indice de consommation du groupe PMU : 7,31 UF, valeur dépassant seulement de + 29,4 p. 100 celle du groupe témoin (5,65 UF), alors que la non supplémentation uréique (PM) entraîne une dépense énergétique nette plus élevée de + 68,2 p. 100 (9,53 UF).

Le calcul de l'efficacité azotée des trois régimes en comparaison (tableau V) fait ressortir que :

— le bas niveau azoté (PM) a une efficacité de — 29,8 p. 100 inférieure à celle du niveau normal (PC) : 3,90 g de gain corporel par g de N digestible ingéré contre 5,56 g,

— si l'on admet que l'azote uréique est utilisé avec la même efficacité que les autres protides de la ration, le bas niveau azoté supplémente en urée (PMU) procure par g de N digestible ingéré, un gain tissulaire de 4,51 g ; ce résultat est de — 18,8 p. 100 plus bas que celui du témoin (5,56 g). Si l'on suppose, par contre, que l'urée n'est point utilisée, l'efficacité azotée est de 5,36 g, soit seulement inférieure de — 3,6 p. 100 à la valeur de référence. La seconde hypothèse paraît d'autant moins plau-

TABLEAU V
Comparaison des coefficients d'efficacité azotée.

Groupes	PC	PM	PMU
N digestible ingéré g. :			
urée excluse	156	122	127
urée incluse	—	—	151
g. de gain par g. de N digestible disponible pour la production. (Efficacité azotée brute) :			
urée excluse	5,56	3,90	5,36
urée incluse	—	—	4,51
Efficacité relative (%) :			
urée excluse	100	70,14	96,40
urée incluse	—	—	81,11

sible que l'indice de consommation correspondant est de + 29,4 p. 100 supérieur à celui observé pour le niveau azoté normal et de — 23,3 p. 100 plus faible que celui du bas niveau azoté. L'azote uréique, qui supplémente le bas niveau d'azote améline sans conteste, le croît et le rendement de conversion de l'énergie alimentaire ; de ce fait, son utilisation par le bœuf aux fins d'une production de muscle devient vraisemblable. Mais il n'en reste pas moins que l'efficacité de cet azote en comparaison avec celle des protides des aliments usuels paraît limitée puisque l'amélioration que procure son adjonction est peu importante.

B. — EFFICACITÉ RELATIVE DE L'URÉE INCORPORÉE DANS UNE RATION RENFERMANT DE L'ENSILAGE DE POMMES DE TERRE ÉTUVÉES

L'opinion prévaut que, pour édifier des protides à partir d'urée, les microorganismes du rumen ont besoin d'une source d'énergie immédiatement disponible, et notamment de glucides. PEARSON et SMITH (1943), notent qu'en présence d'amidon, la synthèse protéique s'effectue dans la panse plus rapidement que l'ammoniogénèse à partir de formes azotées hydrolysables.

La source glucidique revêt une certaine importance : PIERCE (1951) observe, chez le mouton, une meilleure utilisation de l'azote uréique en présence d'amidon de pommes de terre ; BELL, GALLUP et WHITEHAIR (1953) le signalent également pour l'amidon de céréales et de patates douces ; l'addition de mélasse exercerait, par contre, une action peu favorisante, voire même négative (BELL, GALLUP et WHITEHAIR, 1953. WILLET, HENKE et MARYAMA 1946). En particulier, les expériences de BOHMAN et coll. (1954) qui suivent pendant deux ans la croissance de génisses confirment, qu'en comparaison avec les glucides de maïs, la mélasse de canne est une source glucidique de faible intérêt pour l'utilisation de l'azote uréique.

Sachant que contrairement à l'ensilage de pulpes de sucrerie celui de pommes de terre cuites est particulièrement riche en amidon utilisable par la micropopulation du rumen, il est logique de se demander si en présence du second de ces aliments l'utilisation de l'azote uréique pour l'engraissement ne serait pas meilleure qu'en celle du premier.

Pour répondre à cette question, trois groupes d'animaux (PTC, PTMU et PTU) sont constitués selon la technique déjà décrite à l'issue de la période préliminaire, avec le régime à base de pulpes de betteraves. Pendant les périodes d'adaptation et expérimentale qui suivent, les groupes sont soumis à des régimes où un ensilage de pommes de terre étuvées est substitué aux pulpes de betteraves. Cet ensilage, fabriqué deux mois environ avant son emploi et conservé sans aucun traitement de protection, est d'excellente qualité et dose p. mille de brut : 2,9 d'acide acétique, 13,8 d'acide lactique et 0,13 d'acide butyrique. Pour l'estimation du taux d'utilisation digestive des constituants de cet aliment, nous employons, en l'absence de mesures effectuées valablement sur bovins (BOLLMAN 1932), des coefficients moyens calculés à partir d'expériences faites par divers auteurs sur le mouton : 85,4 p. 100 pour la matière organique et 39 p. 100 pour l'azote. (BOLLMAN, 1932 ; FLEGEL, 1931 ; MERTINS et BOLLMAN, 1932 ; VOLTZ et al., 1917.)

Par ailleurs, la nécessité de fournir aux ruminants une concentration en ballast compatible avec leur physiologie particulière et l'extrême pauvreté de la pomme de terre en cet élément imposent l'introduction dans les rations, de doses relativement importantes de balles de blé afin de porter la teneur en cellulose Weende au taux de 26 p. 100 environ (qui correspond à celui, naturellement présent dans une ration comportant des pulpes de betteraves).

Les trois régimes expérimentés sont conçus sur une base isoénergétique, isoazotée et isocellulosique :

Le régime PTC, adopté comme référence, dose 16,1 g de N digestible par UF ; la ration journalière donnée par animal du groupe correspondant comporte : — ensilage de pommes de terre cuites (18 kg) — balles de blé (6 kg) — foin de luzerne (5 kg) ; une quantité fixe (770 g) de tourteaux (80 p. 100 de lin + 20 p. 100 d'arachide) et un mélange céréaliier (90 p. 100 d'orge et 10 p. 100 d'avoine) complètent les besoins théoriques.

Le régime expérimental, PTMU, se distingue du précédent par la suppression du tourteau et d'environ 25 p. 100 du mélange céréaliier qui sont remplacés par 78 g d'urée et une quantité de marc sec de pommes (3 kg environ) permettant de rétablir l'équilibre énergétique et azoté de la ration. Par unité fourragère, ce régime renferme 15,2 g de N digestible dont 24,3 p. 100 sous forme de N uréique ; si on néglige ce dernier, l'apport n'est que de 11,5 g de N digestible UF.

Le régime expérimental, PTU, sert à vérifier si :

1° La présence de marc de pommes n'exerce pas d'action dépressive spécifique sur l'utilisation azotée, comme cela est signalé (CHARLET-LERY, LEROY et ZELTER, 1955).

2° Un accroissement de la quantité d'amidon de pommes de terre est susceptible de favoriser l'efficacité de l'urée. En conséquence, la dose d'ensilage de pommes de terre est augmentée de 6 kg (aux dépens du marc totalement supprimé) c'est-à-dire portée de 18 à 23 kg, ce qui élève de + 20,9 p. 100 la teneur du régime en fécule de pommes de terre ; l'apport d'urée est de 70 g fournissant 20,1 p. 100 de l'azote digestible total ingéré ; par unité fourragère cette ration procure 16,0 g N digestible total, urée incluse, et 12,6 g seulement urée excluse.

100 g d'un mélange minéral commercial sont distribués journellement en sus de ces rations.

RÉSULTATS

Les résultats moyens des mesures effectuées au cours de la période expérimentale sont donnés dans le tableau VI et la figure 2.

TABLEAU VI

Niveau d'alimentation et gain de poids vif en période expérimentale (bœuf/jour).

Groupes-Régimes	PTC Tourteau	PTMU Urée + marc de pommes	PTU Urée
Ingesta de matière sèche (kg) :			
Pommes de terre cuites ensilées	4,961	4,811	5,816
Balles de blé	5,952	5,776	7,061
Foin de luzerne	3,562	3,336	3,445
Céréales	1,296	0,913	0,817
Tourteau	0,696		
Marc		2,401	
Urée		0,075	0,067
Matière sèche totale ingérée (kg)	16,468	17,239	17,140
Cellulose Weende % matière sèche ...	25,24	26,72	26,24
Matière organique digestible	9,487	9,490	9,554
N digestible/urée excluse	161	112	123
(Kjeldahl)/urée incluse	—	148	154
N uréique % N digestible total (g) ...		24,3	20,1
Valeur nutritive de la ration (UF) ...	10,01	9,73	9,65
N digestible/UF/urée excluse	16,1	11,5	12,6
urée incluse	—	15,2	16
Poids vif moyen à la 1/2 période (kg).	614,5	600,7	623,9
Gain journalier moyen (g)	1 069 ± 49	831 ± 57	768 ± 146
Énergie (UF) disponible pour la production (entretien déduit selon les normes)	5,54	5,33	5,13
Indice brut de consommation (UF) ...	9,44	11,71	12,56
Indice net de consommation (UF) ...	5,23	6,41	6,68
Rendement net de viande (%)	55,88 ± 0,82	55,84 ± 1,02	54,49 ± 1,68

Test de différence des moyennes statistiques.

Comparaison entre moyennes de gain de :	Moyenne des différences	Écart-type inter-groupe	Test « t »	Valeur de P
PTC et PTMU	229	1 296	3,063	0,02 > P > 0,01
PTC et PTU	292	266	1,900	0,1 > P > 0,05
PTMU et PTU	63	273	0,400	0,7 > P > 0,6

Les consommations effectives d'aliments sont inférieures aux rations distribuées par suite de refus plus importants occasionnés par la présence de marc (PTMU) ou de balles en quantité (PTU).

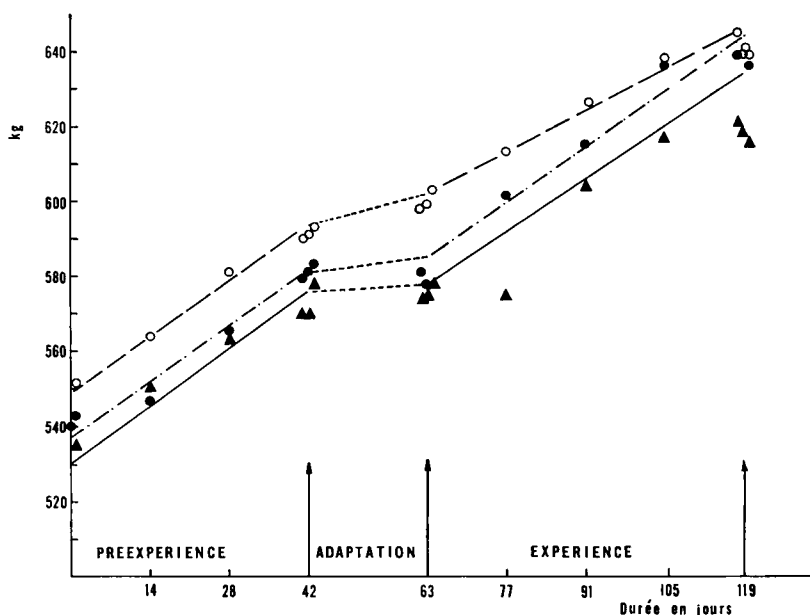


Fig. 2. — Gain de poids corporel.

Préexpérience	○	PTU	$y = 548,82 + 1058x$
	●	PTC	$y = 536,72 + 1057x$
	▲	PTMU	$y = 530,35 + 1079x$
Expérience	○	PTU	$y = 602,14 + 0,776x$
	●	PTC	$y = 584,85 + 1060x$
	▲	PTMU	$y = 577,39 + 0,831x$

Il en résulte, par rapport au témoin (PTC) de légères différences en défaveur des niveaux énergétiques des groupes PTMU et PTU (— 0,28 et — 0,36 UF) et du niveau azoté du groupe PTMU (— 0,9 g N digestible U.F. ingérée).

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Rappelons que les groupes PTC, PTMU et PTU, sont d'une comparabilité parfaite à tous égards à l'issue de la période de préexpérience (tableau I).

a) **Efficacité comparée du tourteau et de l'urée.**

Le remplacement du tourteau (régime PTC) par de l'azote uréique (régime PTMU) donne un gain de poids corporel inférieur de — 229 g en défaveur de l'urée (831 g contre 1060 g). Cette différence est hautement significative (tableau VI).

La dépense énergétique nette par kilogramme de gain est d'autre part, de 22,5 p. 100 plus élevée avec le régime renfermant de l'urée (6,41 UF au lieu de 5,23 pour le tourteau).

Le niveau énergétique très légèrement inférieur (— 0,28 UF) du lot PTMU n'explique pas ses moins bons résultats. Une action négative du marc paraît également peu probable, étant donné que le gain de poids et l'indice de consommation du groupe PTU qui ne consomme pas cet aliment, sont moins favorables que ceux du groupe PTMU (tableau VI). Reste à savoir si la quantité d'azote digestible, inférieure de 10 p. 100 dans le groupe PTMU à celle ingérée par le groupe témoin (PTC) ou sa qualité peut être la cause des différences observées en défaveur du premier de ces régimes. En ce qui concerne le niveau azoté, on doit souligner le fait que, dans le cas de l'ensilage de pulpes de betteraves, un écart par rapport au témoin de — 36,4 p. 100 dans les disponibilités azotées pour la production entraîne une baisse de gain de — 46,5 p. 100 (tableau II-groupe PM). En l'occurrence, un écart de — 10 p. 100 seulement occasionne une diminution de gain de poids de — 21,5 p. 100. Il est donc raisonnable de penser que, outre ce facteur, celui de la qualité de l'azote et notamment la substitution d'azote uréique à celui de tourteaux est une autre cause appréciable de la différence ; cela semble d'autant plus certain que le groupe PTU, qui reçoit également de l'urée, mais dont le niveau azoté est identique à celui du groupe PTC (témoin) accuse lui aussi un gain de poids inférieur et un indice de consommation supérieur à ceux du dernier (PTC). Il y a lieu cependant de supposer, dans le cas du groupe PTU, l'influence possible d'un autre facteur dont il est question plus loin.

TABLEAU VII

Comparaison des coefficients d'efficacité azotée.

Groupes	PTC	PTMU	PTU
N digestible ingéré (g) :			
urée excluse	161	112	123
urée incluse	—	148	154
g. de gain par g. de N digestible ingéré (coefficient d'efficacité azotée brute) :			
urée excluse	6,58	7,42	6,24
urée incluse	—	5,61	4,98
Efficacité relative % :			
urée excluse	100	112,8	94,8
urée incluse	—	85,2	75,7

L'examen des coefficients d'efficacité azotée (tableau VII) montre en effet que :

— Si on néglige l'apport d'azote uréique, le coefficient d'efficacité du régime PTMU atteint 7,42 g, dépassant de + 12,8 p. 100 la valeur témoin (PTC) ; cela paraît peu plausible puisque, par rapport au témoin, ce coefficient correspond à un gain de poids inférieur de — 21,6 p. 100 et à un indice net de consommation augmenté de + 22,5 p. 100. La non utilisation absolue de l'urée n'est par conséquent guère probable.

— En admettant, à l'opposé, pour l'azote de l'urée une efficacité comparable à celle des protides des tourteaux qu'il remplace, le groupe PTMU doit accuser un coefficient d'efficacité voisin de celui du régime PTC ; en fait, les valeurs correspondantes sont de 5,61 contre 6,58, soit — 14,8 p. 100 en moins et en défaveur du premier des aliments. Cette infériorité est d'ailleurs corroborée par une dépense énergétique plus élevée.

Raisonnement, on est donc conduit à admettre qu'en présence d'ensilage de pommes de terre, l'azote uréique est également utilisé en partie seulement pour les besoins combinés de l'entretien et de l'engraissement.

b) **Effet de l'enrichissement de la ration en glucides de pommes de terre ensilées.**

L'augmentation de la teneur en glucides de pommes de terre du régime PTU ne paraît pas exercer une action bénéfique sur le rendement de l'utilisation de l'azote uréique : le groupe PTU qui ingère 20,9 p. 100 de glucides d'ensilage de pommes de terre de plus que le groupe PTMU réalise un croît journalier inférieur de — 83 g à celui de ce dernier (768 g contre 831 g), et de — 292 g à celui du témoin (1 060 g). Le premier écart n'est pas significatif ; le second, très substantiel (— 27,5 p. 100) est seulement à la limite de la signification ($0,05 < P < 0,1$), et ce, par suite de réactions individuelles disparates. Le coût énergétique net du kilogramme de gain représente, dans le groupe PTU, 127,1 p. 100 de la valeur témoin (PTC) et 106 p. 100 de celle du groupe PTMU qui consomme — 20,9 p. 100 de glucides de pommes de terre en moins.

Les coefficients d'efficacité azotée brute accusent également des différences notables : pour le régime PTU le coefficient est de 4,98, azote uréique inclus, contre 5,61 pour le régime PTMU ; ces deux valeurs représentent respectivement 75,7 et 85,2 p. 100 de la valeur témoin. Le fort enrichissement du régime PTU en glucides de pommes de terre déprime donc plutôt qu'il ne favorise l'utilisation azotée globale de la ration.

Cette dernière éventualité n'est pas à rejeter, étant connu qu'un excès d'amidon dans le régime du ruminant exerce une action dépressive sur l'utilisation digestive des constituants alimentaires et plus particulièrement des protides (ARMSBY 1917, MOLLGAARD 1931, SCHULZE-MAERCKER, 1932).

En somme, toutes les données expérimentales concourent en faveur de la thèse selon laquelle, l'utilisation de l'azote uréique, en présence d'amidon cuit de pommes de terre ensilées, pour la production de viande de bœuf à l'auge, n'est que partielle et d'une efficacité moindre que celle de protides de tourteau (lin + arachide).

A noter enfin que les rendements nets en viande des groupes PTC-PTMU et PTU sont respectivement de 54,88 p. 100, 55,84 p. 100, 54,47 p. 100 et qu'aucun des régimes expérimentés n'exerce d'influence spécifique sur l'état de l'engraissement et la qualité de la carcasse.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement : la Confédération Générale des Producteurs de Pommes de terre (Fonds National de Progrès Agricole), M. GILLOUARD, membre de l'Académie d'Agriculture, et l'Office National Industriel de l'Azote, dont le concours matériel a permis la réalisation de cette expérience.

SUMMARY

According to relatively recent American data (BAKER 1944 ; BRIGGS et al 1947 ; GALLUP, WHITEHAIR and BELL 1954 ; KIRK 1952 ; LONG et al 1951 ; PFANDER 1954 ; REYNOLDS et al 1956 ; VAN ARSDELL et al 1953) urea nitrogen could satisfactorily replace of about 25 per 100 of the total protein required by the young steer ; the urea efficiency, however, varies fairly with the type of diet used. These results have been obtained with much younger animals (10 to 16 months) than those stall-fattened in French sugar-beet area (18 to 36 months).

An investigation was carried out according to the method described in paper I (TISSERAND and ZELTER 1960) using 6 groups of 6 steers 18 to 24 months old, in order to study whether urea could be used as a source of nitrogen for the production of stall-fed beef with diets based on sugar-beet pulp silage or steamed potatoes silage. The urea-nitrogen contributed for 0,0 p. 100 or 15,9 p. 100 (pulp) and 0,0 p. 100, 20,1 p. 100 or 24,3 p. 100 (potatoes) of the total digestible nitrogen in the rations. The diet without urea (0,0 per cent) containing cereals (pulp diets) or cereals and oil-cakes (potatoes diet) was used as control diet. The criteria adopted for the evaluation of the urea nitrogen efficiency were : gain in body weight, index of feed efficiency, protein efficiency, dressing percentage and carcass quality.

With the diet containing silage of :

a) *Sugar-beet pulp* : (table II, III, IV, V and figure 1).

— a nitrogen level of 16,4 g of total digestible N per F. U. consumed, enables a very satisfactory average daily gain to be obtained (868 g \pm 114) ;

— a lowering of this level by 18,3 per cent (13,3 g digestible N/F.U.) significantly reduces the gain (— 48,2 per 100) ;

— an addition of urea at this low level of nitrogen in order to raise it to

15,8 g digestible N per F. U. results in a lower gain of — 21,4 per cent as compared with the control animals receiving the proteins of cereals (barley and oats) without urea-nitrogen ; the difference is not, however, statistically significant ;

— the feed efficiency and the crude protein efficiency indices also show up differences which are detrimental to the use of rations with low levels of nitrogen, whether or not supplemented with urea-nitrogen.

b) *Steamed potatoes* : (table VI, VII and figure 2).

— the whole replacement oil cake proteins and the partial replacement of cereal proteins by urea-nitrogen results in a lower weight gain of —21,5 per cent (diet containing 24,3 per cent of urea-N) and of —27,5 per cent (diet containing 20,1 per cent of urea-N) ; the former of these differences is significant (0,01 P 0,02) and the latter is not (0,05 P 0,1) ;

— the feed efficiency indices are higher and the crude protein efficiency indices are lower for the urea-nitrogen diets.

None of the rations has an effect on dressing percentage ; the low nitrogen level (13,3 g of digestible N/F.U.), however, has a detrimental effect on the carcass quality (lack of sirloin).

Under these experimental conditions, urea has been found to be less suited than are the proteins of usual feedstuffs, for covering the maintenance and fattening needs. On the whole, the results indicate a limited utilization of the urea-nitrogen by beef cattle. These facts are in agreement with those obtained *in vitro* by the artificial rumen technique (ZELTER and LEROY 1958) and *in vivo* with dairy cows (ZELTER and CHARLET-LERY 1958). The urea-nitrogen efficiency seems no better in the presence of potato carbohydrates than it does in the presence of sugar-beet pulp carbohydrates.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARMSBY M. P., 1917. The nutrition of farm animal, 616, the Mac Millan Company New York.
- BAKER M. L., 1944. The use of Urea for Fattening Yearling Steers. *Nebr. Agr. Expt. Sta. 58 th. Ann. Rept.*, p. 71.
- BELL M. L., GALLUP W. D. et WHITEHAIR C. K., 1953. Value of Urea Nitrogen in Rations containing Different Carbohydrate Feeds. *J. Anim. Sci.*, **12**, 787.
- BOLLMANN W., 1932. Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Nährstoffe von rohen, gedämpften und gedämpfteingesäuevten Kartoffeln am Schwein, am Hammel, an der Milchkuh und an Mastochsen. *Z. Zücht. B.*, **24**, 329.
- BOHMAN V. R., TRIMBERGER G. W., LOOSLI J. K. et TURK K. L., 1954. The Utilisation of molasses and Urea in the rations of growing dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **37**, 284.
- BRIGGS H. M., GALLUP W. D., DARLOW A. E., STEPHENS D. F. et KINNEY C., 1947. Urea as an Extender of Protein When Fed to Cattle. *J. Anim. Sci.*, **37**, 284.
- CHARLET-LERY G., LEROY A. M. et ZELTER S. Z., 1955. Recherches sur l'efficacité alimentaire des marcs de pomme fermiers. V — Étude chez le mouton et le porc, de la digestibilité apparente de constituants de marcs de pomme frais, ensilé ou deshydraté., *Ann. Zoot.*, **4**, 321.

- FLEGEL K., 1931. Futterwert und Nährstoffverluste von Kartoffeln in verschiedenen Verwendungsformen. *Z. Zücht. B.*, **22**, 34.
- GALLUP W. D., WHITEHAIR C. K. et BELL M. C., 1954. Utilisation of Urea and protein nitrogen by ruminants fed High-molasses and Sugar rations. *J. Anim. Sci.*, **13**, 594.
- KIRK W. G., 1952. Urea and Cottonseed meal in the fattening ration. *J. Anim. Sci.*, **11**, 769, proceeding.
- LONG R. A., POPE L. S., DARLOW A. E., MAC VICAR R. W., ROSS O. B. et CAMPBELL W. D., 1951. A study of various Substitutes for corn and Cottonseed Cake for Fattening Beef Calves. *Okla. Agr. Expt. Sta. MP.*, **22**^t 85.
- MERTINS M. et BOLLMANN W., dans BOLLMANN.
- MOLLGAARD 1931. Grundzüge die Ernährungsphysiologie der Haustiere, p. 355. P. Parey Berlin.
- PEARSON R. M. et SMITH J. A. B., 1943. The utilisation of bovine rumen : a) The Conversion of Urea to Ammonia ; b) The Synthesis and Breakdown of Protein in Rumen Ingesta. *Biochem. J.*, **37**, a) 148, b) 153.
- PIERCE A. W., 1951. The Influence of the Amount of Starch in the utilization of Urea by Sheep. *Aust. J. Agr. Res.*, **2**, 447.
- PFANDER W. H., 1954. 150 Years Nutrition Reports at Missouri Feed. Conference. *Feedstuffs*, **26**, 12.
- REYNOLDS R. A., BELL C. S., HOBBS C. S. et BIRD J. M., 1956. Urea in Protein Supplements for Wintering Beef Cattle. *J. Anim. Sci.*, **15**, 1261, proceeding.
- SCHULZE-MAERCKER dans GOUIN R., 1932. Alimentation rationnelle des animaux domestiques, p. 135, 6^e ed. Baillièrre et Fils, Paris.
- TISSERAND J. L. et ZELTER S. Z., 1960. Engraissement à l'auge des Bœufs de Boucherie. I. Valeur comparée d'ensilage de pommes de terre étuvées et de pulpes de betteraves sucrières. *Ann. Zoot.*, **9**.
- VAN ARSDELL W. J., HOEFER J. A., BRANAMEN G. A. et LUECKE R. W., 1953. Supplementing corn Silage for fattening Steers. *Mich. Agr. Expt. Sta. Otl. Bull.*, **36**, 46.
- VOLTZ W., DIETRICH W., DEUTSCHLAND A., MUHR N. V. et BAUMANN A., 1932. Cité dans BOLLMANN.
- WILLET E. L., HENKE L. M. et MARUYAMA G., 1946. The Use of Urea in Rations for Dairy Cows under Hawaiian conditions. *J. Dairy Sci.*, **27**, 629.
- ZELTER S. Z. et LEROY F., 1958. Azote uréique et activité bactérienne in vitro au niveau du rumen. II. Essai de détermination in vitro d'un index de rétention bactérienne. *Ann. Zoot.*, **7**, 185.
- ZELTER S. Z. et CHARLET-LERY G., 1958. Action de l'urée sur les sécrétions mammaires de la vache. *Ann. Zoot.*, **7**, 307.

I. N. R. A.
BIBLIOTHEQUE UO 3590S
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX 2

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.