

ETUDE COMPARATIVE DE L'UTILISATION AZOTEE DE L'UREE  
SONATRACH ET DE L'UREE ALIMENTAIRE PAR LE MOUTON.

par H. YAKHLEF et A. LAWRENCE  
Département de Productions Animales.  
Institut National Agronomique -Alger .-

RESUME

Nous avons comparé la valeur de complémentation de deux types d'urée (l'urée alimentaire habituellement utilisée dans l'alimentation des ruminants et l'urée SONATRACH fabriquée en Algérie et qui est destinée à la fertilisation des sols). Il résulte que pour un substrat énergétique donné (orge pulpe de betterave et caroube) l'utilisation digestive de la matière sèche et de l'azote de la ration n'est pas significativement différente en présence des deux types d'urée. Mais des comparaisons entre substrats montrent que l'orge et la pulpe sont supérieures à la caroube, lorsque l'une ou l'autre est complétement avec l'urée alimentaire. En présence d'urée SONATRACH, les trois substrats se révèlent comparables, pour l'utilisation de la matière sèche mais l'utilisation de l'azote est meilleure avec le substrat orge.

خلاصة:

قمنا في هذه الدراسة بمقارنة القيمة الغذائية المعتمة  
لنبوعين من البولة كمصدر للغذاء الأزوتي الأولى وهي الصعطة  
عادة في عليقة المجترات والثانية تلك المصنعة من قبل مؤسسة  
سونطراك في الجزائر المستخدمة عادة في تسميد الأراضى .

أظهرت النتائج بأن إضافة كل من البواتين الى عليقة علفية مكونة من الشعير وكسب الشوندر والخروب لم تعط أي أثر محسوس في حين أن المقارنة بين الخلائط عند إضافة البولة الغذائية الى اي منها يتبين أن القيمة المتممة في حال عليقة الشعير وكسب الشوندر أعلى منها في حال العليقة المحتوية على الخروب .

وتبدد الفرق واضح بين العلائق عند إضافة البولة السعادية (سونطراك) بالنسبة لاستعمال العادة الجافة .  
في حين نجد الاستفادة الأزوتية أفضل في حال العليقة المحتوية على الشعير .

## INTRODUCTION

La faible digestibilité de la plupart des fourrages récoltés en ALGERIE est liée à un taux de cellulose brute élevé et à une faible teneur en matières azotées.

Une complémentation en cet élément se révèle indispensable pour améliorer leur valeur nutritive. De nombreuses études (Revue de LOSSLI et Mc DONALD, 1969) ont montré que pour les ruminants, l'apport d'azote peut se faire indifféremment sous forme protéique ou non protéique. Habituellement, l'urée dite fourragère est la plus utilisée. Toutefois, l'ALGERIE fabrique de l'urée destinée à la fertilisation des sols mais qui ne présente pas le même degré de pureté que l'urée fourragère. Est-il possible néanmoins, d'envisager son utilisation en alimentation animale pour éviter de recourir à l'importation de l'urée fourragère ? C'est pour répondre à cette question que nous avons entrepris cette étude.

## II.- MATERIEL ET METHODE

A.- Détermination de l'utilisation in vitro des deux types d'urée par les microorganismes du Rumen.

### 1.- Les aliments

Le choix de l'orge, de la pulpe de betterave et de la caroube comme substrat est justifiée par leur richesse en glucides fermentescibles et leur pauvreté en azote soluble. L'urée alimentaire provient de la République Fédérale d'ALLEMAGNE et l'urée SONATRACH de l'usine du Caroubier.

### 2.- Les animaux donneurs de jus

Il s'agit de quatre bœliers castrés de race Ouled Djellel porteurs de fistules du rumen. Durant une période de trois semaines, ils sont accoutumés à un régime composé de 1Kg de foin de vesce avoine de qualité médiocre, de 200g de luzerne deshydratée et de 10g d'urée (5g d'urée alimentaire + 5g d'urée SONATRACH), l'eau de boisson est offerte à volonté. A l'issue de cette période d'adaptation, l'inoculum est prélevé à jeun deux fois par semaine (le samedi et le mardi à 9 heures).

### 3.- Déroulement des essais

Dans un Erlen Meyer de 250 ml hermétiquement fermé avec un bouchon en caoutchouc qui porte un mini réfrigérant et un orifice de prélèvement du milieu d'incubation (bouché en dehors des prélèvements) nous plaçons 2g de substrat énergétique, 100 ml de salive artificielle Mc DOUGALL (1948), 100ml d'inoculum de rumen filtré sur cinq couches de gaze, 2ml d'oligo-éléments (KUMARESAN, 1978) et 40mg d'urée alimentaire ou d'urée SONATRACH. (Les essais sont effectués en triple et répétés trois (03) fois.

Après saturation du milieu en gaz carbonique, les Erlen Meyer ainsi préparés sont mis à incuber à 39°C dans un bain marie. Des prélèvements périodiques après 1h, 3h et 6h d'incubation sont effectués en vue du dosage de l'azote ammoniacal, de l'azote uréique et de la mesure du pH.

a.- Dosage de l'azote ammoniacal ( $N-NH_3$ ) (1). Il est effectué sur l'inoculum et sur chaque prélèvement selon la méthode préconisée par CONWAY (1962).

b.- Dosage de l'azote uréique

L'urée présente dans l'inoculum de rumen et dans le milieu d'incubation est dosée à l'aide de cellules de CONWAY. Dans la chambre externe, nous plaçons 1ml du milieu à doser et 0,5 ml de solution d'uréase constituée de 80mg d'uréase dissouts dans un mélange tampon constitué de 55 cc d'eau distillée et 1 cc de tampon phosphate (7,56 g de phosphate disodique plus de 2,00 g de phosphate monosodique dans 100 ml d'eau distillée tiède). Après un temps de repos de 30 minutes (l'urée étant transformée en  $N-NH_3$ ). L' $N-NH_3$  (2) est dosé selon CONWAY. La quantité d'urée est obtenue par l'expression :

$$\text{Urée (mg)} = N-NH_3 (2) - N-NH_3 (1) \times 2,1459$$

B.- Utilisation in vivo des deux types d'urée : bilan azoté.

1°.- Les aliments

Ce sont les mêmes que ceux utilisés pour les essais in vitro, le foin de vesce-avoine est distribué haché.

2°.- Les animaux

Les mesures sont effectuées sur des lots de quatre moutons mâles âgés de 8 mois environ, non castrés, de race OULED DJELLAL, pesant en moyenne 29 à 33 Kg et placés en cage à métabolisme.

Pendant une période d'accoutumance de trois semaines, ils recouvrent les différents régimes (tableau 1.) distribués deux fois (9 h et 17 h). La quantité d'urée (46,66% d'azote) est évaluée selon DEMARQUILY et al (1978). La période de mesure dure dix jours.

### 3°.- Mesure.

Les quantités de matière sèche ingérée sont mesurées chaque jour par pesées des quantités offertes et refusées. Un échantillon représentatif du distribué (foin et concentré) est constitué pour la période de mesure. Tous les matins, une récolte individuelle de fécès suivie d'une pesée a lieu. Un échantillon moyen est constitué par jour et par animal. La récolte des urines se fait dans des bassines en plastique contenant 50 ml d'acide sulfurique à 30% et équipées d'une moustiquaire servant de filtre.

Les urines émises sont mesurées chaque matin, un échantillon moyen est constitué par jour pour chaque animal et conservé au congélateur en vue d'analyse.

### 4°.- Analyse

La teneur en matière sèche (aliment et fécès) est déterminée par passage des échantillons à l'étuve ventilée, réglée à 80°C. Les matières azotées, la cellulose brute, les matières grasses et les matières minérales sont déterminées selon les méthodes préconisées par le Recueil des méthodes d'analyse des communautés Européennes (1976).

Les résultats ont fait l'objet de comparaison de variance (Test de SNEDECOR) avant d'éventuelles comparaisons de moyennes (Test de STUDENT).

## III.- RESULTATS

### 1°- Composition chimique des aliments utilisés :

Elle est consignée dans le tableau 2, ces résultats sont classiques, ils n'appellent pas de commentaires.

## 2°- Utilisation in vitro des deux types d'urée

La disparition de l'urée dans le milieu est un témoin fidèle de l'activité de croissance et de synthèse des microorganismes du rumen. Les tableaux 3 et 4 (a et b) montrent que la quantité d'urée utilisée est influencée par le type d'urée et la nature du substrat.

Pour ce qui concerne l'urée alimentaire, jusqu'à 3 heures d'incubation, elle est mieux utilisée en présence de caroube qu'en présence d'orge ou de pulpe de betterave (Tableau 4.). Néanmoins, après 6 heures d'incubation, la disparition de l'urée dans le milieu devient comparable pour l'orge et le caroube mais reste inférieure de 9% pour la pulpe sans que cette différence soit toutefois significative.

Ces faits ne sont pas observés pour l'urée SONATRACH. En effet, après 3 heures d'incubation, il n'y a pas de différence significative entre orge-caroube et orge-pulpe. Par contre, quelque soit le temps d'incubation, l'urée SONATRACH est mieux utilisée en présence de caroube qu'en présence de pulpe de betterave. Les mêmes résultats sont enregistrés entre pulpe et orge après 6 heures d'incubation.

Pour un même substrat, l'urée SONATRACH et l'urée alimentaire sont utilisées avec la même efficacité en présence d'orge quelque soit le temps d'incubation; avec la caroube, l'urée alimentaire est meilleure jusqu'à 3 heures et après, l'efficacité devient comparable.

Pour ce qui concerne la pulpe de betterave quelque soit le temps d'incubation, l'urée alimentaire est mieux valorisée (Tableau 4a).

Le pH enregistré (Fig.1) indique d'abord une diminution après une heure (01) d'incubation, une légère augmentation s'observe jusqu'à 3 heures suivie d'une diminution. Il est à noter que quelque soit le substrat ou le temps d'incubation, la présence d'urée SONATRACH dans le milieu engendre un pH de 6% supérieur à celui enregistré pour l'urée alimentaire.

3"- Utilisation in vivo.

Les résultats sont consignés dans les tableaux 4 (a et b) et 5. Nous observons que pour les régimes orge et pulpe de betterave, l'utilisation digestive de la matière sèche dépasse 61% aussi bien en présence d'urée alimentaire que d'urée SONATRACH. Mais elle atteint tout juste 57% pour le régime caroube.

Pour un substrat énergétique donné, la digestibilité de la matière sèche et celle de l'azote des différentes rations sont statistiquement comparables. Les deux types d'urée sont donc utilisés avec la même efficacité.

Par contre, l'étude comparative de l'efficacité des différents substrats montre que par rapport à l'orge et la pulpe de betterave, le régime caroube est significativement moins bien utilisé pour la matière sèche et l'azote en présence d'urée alimentaire. Cependant, l'azote du régime pulpe est moins digestible que celui de la ration orge.

Pour ce qui concerne l'urée SONATRACH, quelque soit le substrat énergétique, l'utilisation digestive de la matière sèche est comparable mais celle de l'azote est significativement inférieure entre orge et caroube et orge et pulpe de betterave. Mais aucune différence n'est notée entre caroube et pulpe pour ce qui est de l'azote (Tableau 4b).

Notons par ailleurs, que pour l'urée alimentaire l'azote retenu avec le régime caroube est significativement inférieur à celui retenu avec les régimes orge et pulpe. Par contre, aucune différence n'est observée pour l'urée SONATRACH.

IV.- DISCUSSION

Il ressort de cette étude que pour un substrat énergétique donné, l'utilisation digestive de la matière sèche et de l'azote n'est pas significativement différente bien que l'on note une différence d' au moins deux points en faveur de l'urée alimentaire (1). Il serait donc possible d'envisager indifféremment l'utilisation de l'urée alimentaire ou de l'urée SONATRACH.

---

(1). jusqu'à 9 points pour le substrat pulpe de betterave en ce qui concerne l'azote.

Un classement des substrats énergétiques se fait pour l'urée alimentaire (orge meilleure que pulpe qui elle-même est meilleure que caroube) alors qu'en présence d'urée SONATRACH ces trois sources d'énergies sont statistiquement comparables.

Ces observations doivent pouvoir s'expliquer par des phénomènes de disponibilités simultanées dans le milieu de l'énergie et de l'ammoniac pour permettre la croissance des microorganismes.

Pour les substrats orge et pulpe, la dégradation de l'urée SONATRACH doit précéder la libération de leur énergie. Pour la caroube, la synthèse bactérienne serait importante en début de fermentation mais s'arrêterait rapidement soit par libération de substances phénoliques (HENIS, TAGARI et VOLCANI, 1965) soit par manque d'énergie car comme le signale KERBAA (1976) la majeure partie des glucides de la caroube est soluble dans l'eau et particulièrement fermentescible. Il semble par ailleurs que seule cette partie soluble dans l'eau soit utilisable par le ruminant. L'importance de l'azote fécal enregistré s'expliquerait alors par des synthèses bactériennes dans le gros intestin utilisant les glucides non digestibles au niveau du rumen. Ces explications sont d'autant plus plausibles qu'in vitro, nous observons une utilisation plus rapide de  $N-NH_3$  en présence de caroube et que, c'est le seul substrat qui soit mieux digéré en présence d'urée SONATRACH.

Les résultats obtenus aussi bien in vitro que in vivo montrent (bien que les différences ne soient pas tout le temps significatives) que l'urée SONATRACH est moins bien utilisée que l'urée alimentaire. Le pH élevé enregistré in vitro en présence d'urée SONATRACH est le signe d'une moins bonne production d'acides gras volatils, témoins de la libération d'énergie dans le rumen.

Par ailleurs, l'urée SONATRACH pourrait être dégradée plus rapidement, l' $N-NH_3$  produit ne pouvant être utilisé en totalité reste dans le milieu d'incubation et contribue alors à faire augmenter le pH. In vivo, cet  $N-NH_3$  traverse la paroi du rumen.



Il ne faut pas non plus oublier la présence de certains métaux lourds (Arsenic notamment) détectés par analyse, mais leur importance est négligeable in vivo tenant compte du volume du Rumen et des phénomènes de régulation.

## CONCLUSION

Bien que les études statistiques ne font pas apparaître de façon systématique des différences entre l'urée SONATRACH et l'urée alimentaire, tenant compte du nombre d'information dont nous disposons (mesure sur 4 moutons) sur le plan pratique, il semble toutefois que l'urée alimentaire soit légèrement plus efficace que l'urée SONATRACH (sans doute moins pure et plus soluble). Néanmoins, ces deux types d'urée se révèlent comparables en complément de la caroube tant sur le plan de l'utilisation globale de la ration que sur celui de la quantité d'azote retenu.

Ces différences cependant, ne justifient pas l'importation par l'ALGERIE de l'urée alimentaire compte tenu du prix relativement bas de l'urée SONATRACH.

Son incorporation dans l'alimentation des ruminants peut être donc envisagée ; il reste cependant à étudier son innocuité lorsqu'elle est ingérée durant de longues périodes.

BIBLIOGRAPHIE

- CONWAY E., (1962) - Microdiffusion analysis and volumetric error.  
5è Edition, London.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., SAUVANT D., DULPHY J.P., (1978)  
Composition et valeur nutritive des aliments in Alimentation des ruminants . I.N.R.A. - Versailles.
- HENIS Y., TAGARI A., VOLCANI R., (1964)- Effect of water extrats of Carobs pods tannic acid and their derivatives on the morphology and growth of microorganisms. Applied microbiology 12, 204-209.
- KERBAA A., (1976) - Valeur alimentaire et digestion de la caroube par les bovins. M.A.R.A. - Alger.
- KUMARESAN A.,(1976)- Intéraction entre le zinc et les microorganismes du rumen chez le mouton recevant de l'urée comme source unique d'azote. Thèse de Doctorat d'Université Toulouse.
- LOOSLI J.K., Mc DONALD, I.M. (1969) - l'Azote non protéique dans la nutrition des ruminants F.A.O. Rome.
- Mc. DOUGALL (1948) - Studies on ruminant saliva . 1, the composition and out put of sheeps saliva. Biochem. J. 43 99-109.
- Recueil des Méthodes d'Analyses des Communautés Européennes Gennevilliers (1976).

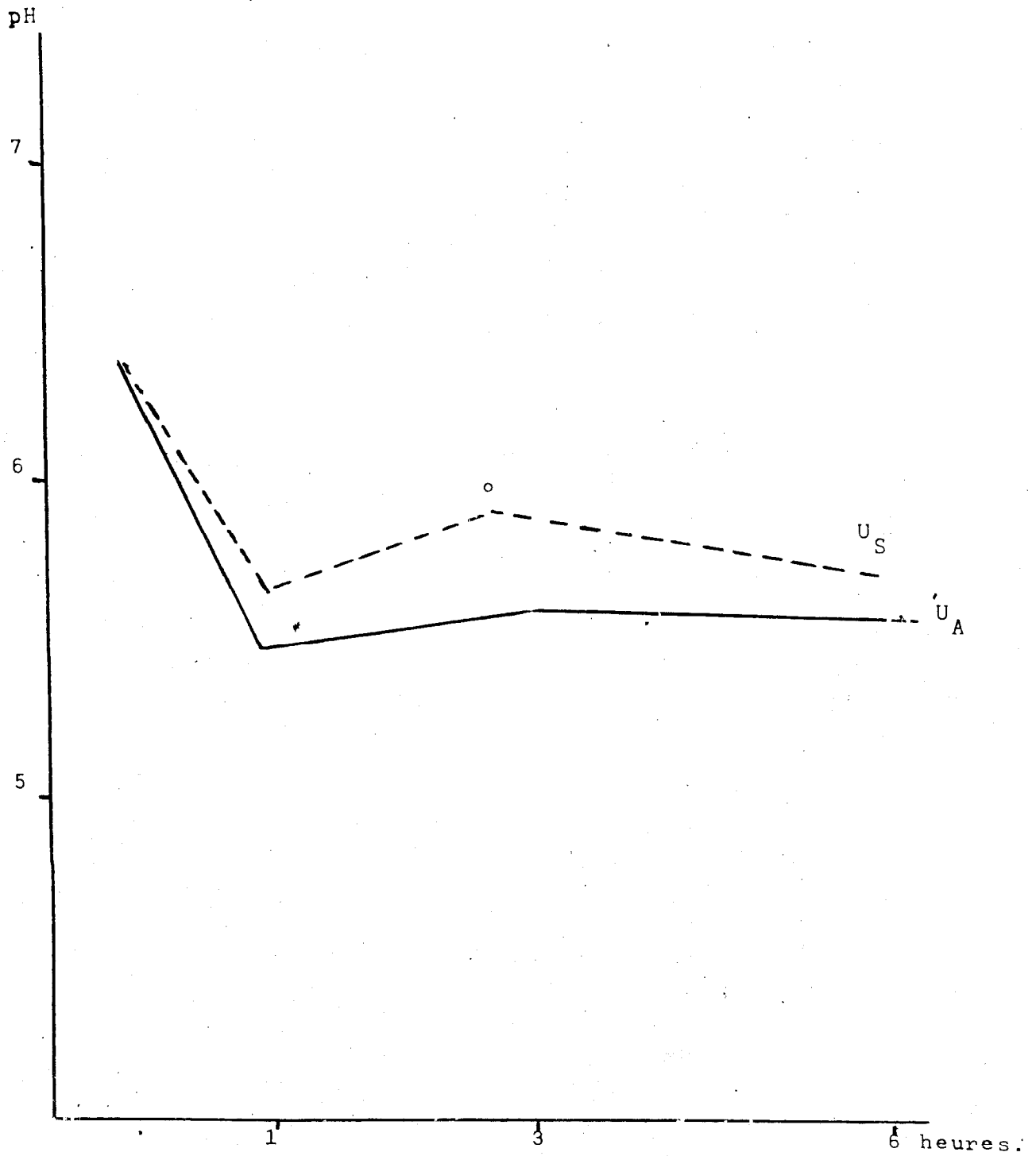


Fig.1.- Evolution du pH en fonction du type d'urée au cours de l'incubation.

Tableau 1. Composition des rations distribuées.

Rations	I	II	III	IV	V	VI
Aliments(g)						
Foin	ad.libi- tum	ad.libi- tum	ad.libi- tum	ad.libi- tum	ad.libi- tum	ad.li- bitum
Orge	400	400				
PULpe de bet- terave			400	400		
Caroube					400	400
Urée alimen- taire	6		8		7	
Urée SONATRACH		6		8		7
Soufre	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tableau 2. Composition chimique des différentes aliments étudiés (% M.S.)

	Foin	Orge	Pulpe Bet.	Caroube	S	Urée	A
Matière sèche	89,89	87,75	89,25	88,15	-	-	-
Azote	1,13	1,71	1,57	0,86	46,66	46,66	-
Cellulose brute	39,90	3,88	16,55	7,05	-	-	-
Matières minérales	6,61	3,70	3,75	6,10	-	-	-
Matières grasses	0,72	2,01	2,96	2,70	-	-	-

Tableau 3.- Cinétique in vitro de l'utilisation de l'azote par les microorganismes du rumen.

a.- Urée alimentaire.

Apport initial (N-NH <sub>3</sub> + Nuréique) mg	O R G E			PULPE DE BETTERAVE			CAROUBE		
	45,15			45,04			46,16		
	1h	3h	6h	1h	3h	6h	1h	3h	6h
N-NH <sub>3</sub> +Nuréique Rési (mg)	32,34 <sub>+</sub>	29,82 <sub>+</sub>	5,37 <sub>+</sub>	36,12 <sub>+</sub>	31,41 <sub>+</sub>	8,54 <sub>+</sub>	29,68 <sub>+</sub>	23,38 <sub>+</sub>	4,20 <sub>+</sub>
	2,36	1,96	1,72	2,18	3,10	0,78	1,71	1,52	0,96
N-NH <sub>3</sub> +Nuréique utilisés (mg)	12,75 <sub>+</sub>	15,51 <sub>+</sub>	39,48 <sub>+</sub>	10,35 <sub>+</sub>	14,99 <sub>+</sub>	37,74 <sub>+</sub>	15,45 <sub>+</sub>	21,22 <sub>+</sub>	40,59 <sub>+</sub>
	0,56	1,38	1,92	0,67	1,13	2,20	0,95	0,86	1,45
	28%	34%	88%	22%	32%	81%	34%	48%	90%

b.- Urée SONATRACH.

Apport initial(N-NH <sub>3</sub> +N-Uréique) mg	45,47			46,50			44,68		
N-NH <sub>3</sub> +N-uréique restant (mg)	36,40 <sub>+</sub>	32,62 <sub>+</sub>	9,17 <sub>+</sub>	38,69 <sub>+</sub>	35,14 <sub>+</sub>	17,55 <sub>+</sub>	34,40 <sub>+</sub>	29,96 <sub>+</sub>	7,47 <sub>+</sub>
	1,98	2,05	0,67	1,27	1,13	1,16	2,17	2,09	1,11
N-NH <sub>3</sub> +N-uréique utilisés (mg)	9,29 <sub>+</sub>	12,63 <sub>+</sub>	36,39 <sub>+</sub>	7,84 <sub>+</sub>	11,33 <sub>+</sub>	27,96 <sub>+</sub>	10,37 <sub>+</sub>	14,71 <sub>+</sub>	37,57 <sub>+</sub>
	1,30	1,78	2,64	1,19	1,46	1,70	1,28	1,68	1,68
	20%	28%	80%	17%	24%	60%	23%	33%	83%

Tableau 4.- Analyse statistique des résultats.

a.- Efficacités comparative des deux types d'urée pour un substrat énergétique donnée.

	ORGE	CAROUBE	PULPE
In vitro	$U_A - U_S$	$U_A - U_S$	$U_A - U_S$
1h	1	3	2
3h	1	3	2
6h	1	1	2
In Vivo CUD MS et N	1	1	1

b.- Efficacité comparative des substrats énergétiques en fonction du type d'urée.

	IN V I T R O						IN V I V O			
	$U_A$			$U_S$			$U_A$		$U_S$	
	1h	3h	6h	1h	3h	6h	CUD	CUD N	CUD	CUDN
Orge-caroube	3	3	1	1	1	1	3	3	1	3
Orge-Pulpe	3	1	1	1	1	3	1	3	1	3
Caroube-pulpe	3	3	1	2	2	3	2	3	1	1

1 = NS  
2 = P 0,05  
3 = P 0,01

$U_A$  = Urée Alimentaire  
 $U_S$  = Urée Sonatrach.

Tableau 5.- Digestibilité de la matière sèche  
et bilan azoté.

	O R G E		PULPE DE BETTERAVE		CAROUBE	
	U <sub>A</sub>	U <sub>S</sub>	U <sub>A</sub>	U <sub>S</sub>	U <sub>A</sub>	U <sub>S</sub>
CUD MS %	67,13 <sub>±</sub> 1,97	62,92 <sub>±</sub> 3,70	64,65 <sub>±</sub> 5,09	61,62 <sub>±</sub> 2,19	55,44 <sub>±</sub> 2,12	57,08 <sub>±</sub> 3,33
Azote ingéré (g/j)	17,02 <sub>±</sub> 0,32	17,26 <sub>±</sub> 0,45	17,25 <sub>±</sub> 0,38	16,75 <sub>±</sub> 0,00	15,19 <sub>±</sub> 0,18	15,03 <sub>±</sub> 0,01
Azote fécal (g/j)	5,25 <sub>±</sub> 0,87	6,38 <sub>±</sub> 0,80	7,53 <sub>±</sub> 1,00	8,83 <sub>±</sub> 1,48	8,31 <sub>±</sub> 0,55	8,81 <sub>±</sub> 1,24
Azote urinaire (g/j)	4,00 <sub>±</sub> 0,72	5,26 <sub>±</sub> 1,23	3,05 <sub>±</sub> 0,28	1,93 <sub>±</sub> 0,75	2,03 <sub>±</sub> 0,75	2,05 <sub>±</sub> 0,06
C U D N (%)	69,21 <sub>±</sub> 4,09	64,02 <sub>±</sub> 3,97	56,41 <sub>±</sub> 5,13	47,16 <sub>±</sub> 6,11	44,78 <sub>±</sub> 3,64	40,95 <sub>±</sub> 5,15
N Retenu (g/j)	7,78 <sub>±</sub> 0,90	5,61 <sub>±</sub> 1,25	6,66 <sub>±</sub> 0,70	5,96 <sub>±</sub> 1,51	4,71 <sub>±</sub> 0,20	4,05 <sub>±</sub> 1,16
N Retenu/N absorbé x 100	66,07 <sub>±</sub> 6,92	50,92 <sub>±</sub> 11,57	67,44 <sub>±</sub> 1,89	75,16 <sub>±</sub> 8,06	70,23 <sub>±</sub> 4,55	64,92 <sub>±</sub> 7,44
N Retenu/N ingéré x 100	45,63 <sub>±</sub> 4,76	32,73 <sub>±</sub> 8,27	38,67 <sub>±</sub> 4,43	35,64 <sub>±</sub> 9,01	31,30 <sub>±</sub> 1,30	27,18 <sub>±</sub> 7,95

U<sub>A</sub> = Urée Alimentaire

U<sub>S</sub> = Urée Sonatrach.