

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2^{ème} mise bas).

Etude de quelques paramètres plasmatiques (Urée, protéines, créatinine et transaminases).

M Adaouri Mohamed

Directeur de thèse : M^r TRIKI S. Maitre de conférences ENSA. El Harrach
Année universitaire : 2009-2010

Jury : Président : M^r YAKHLEF H. Professeur. ENSA. El Harrach Examineurs : M^r GHOZLANE F. Maitre de conférences ENSA. El Harrach M^{me} BOUDOUMA D. Maitre de conférences ENSA. El Harrach M^r BENMESSAOUD NE Maitre assistant chargé de cours. ENSA. El Harrach

Table des matières

Dédicace . . .	5
remerciments . . .	6
ص غ ل م ل ا . . .	8
abstract . . .	9
Liste des abreviations . . .	10
Introduction . . .	12
Première partie : Etude bibliographique . . .	14
1. Rappels sur l'anatomie du tube digestif des ruminants et l'utilisation digestive des fourrages pauvres . . .	14
1.1. Anatomie du tube digestif . . .	14
1.2. Importance des microbes chez les ruminants: . . .	14
1.3. Métabolisme des nutriments . . .	18
1.4. Utilisation digestive des fourrages pauvres . . .	19
1.5. Conclusion et stratégies permettant de valoriser les fourrages pauvres . . .	25
2. Les traitements . . .	26
2.1. Les traitements physiques . . .	26
2.2. Les traitements biologiques . . .	26
2.3. Les traitements chimiques . . .	26
Deuxième partie : Etude expérimentale . . .	37
Chapitre 1 : Matériels et méthodes . . .	37
A/ En bergerie expérimentale . . .	37
B/ En atelier de digestibilité . . .	45
C/ Etude des paramètres plasmatiques et du lait : . . .	48
D/ Traitement statistique . . .	51
Chapitre 2 : Résultats et discussion . . .	51
A. Digestibilité apparente des rations consommées par les brebis . . .	51
B. Quantité de matière sèche ingérée (MSI) et les quantités d'eau bue . . .	52
C. Bilan nutritionnel des brebis durant la gestation et la lactation . . .	59
D. Performances de reproduction et de productivité . . .	65
E. Étude des paramètres plasmatiques . . .	69
F. Etude des paramètres du lait . . .	76
CONCLUSION GÉNÉRALE . . .	79
Références bibliographiques . . .	80
Annexes . . .	90
Annexe 1:Données tirées des tables de : INRA (1988) pour le calcul de la composition chimique du concentré . . .	90
Annexe 2: Valeurs utilisées pour le calcul de la composition chimique du concentré utilisé. . .	90
Annexe 3 :Poids des brebis des 3 lots en (kg) mesurés mensuellement durant la gestation. . .	90
Annexe 4: Evolution du poids des brebis au cours de la lactation (kg). . .	91

Annexe 5: Technique de dosage des Protéines totales . .	92
Annexe 6 : Technique de dosage de l'Urée . .	92
Annexe 7 : Technique de dosage de la Créatinine . .	93
Annexe 8 : Technique de dosage des Transaminases . .	93
Annexe 9 : Calcul de la digestibilité de la MO du foin de luzerne . .	93
Annexe 10 : Calcul de la digestibilité des MA du foin de luzerne. . .	94
Annexe 11: Niveau alimentaire énergétique des trois lots pendant la gestation . .	94
Annexe 12 : Niveau alimentaire azoté des trois lots pendant la gestation . .	95
Annexe 13: Niveau alimentaire énergétique des trois lots durant la lactation . .	95
Annexe 14: Niveau alimentaire azoté des trois lots durant la lactation . .	96
Annexe 15 : Poids moyen et GMQ des agneaux de la mise bas au sevrage . .	96
Annexe 16 : Fiche technique des mises bas des 3 lots . .	97
Annexe 17 : Valeurs individuelles des protéines totales (g/l) des 3 lots . .	97
Annexe 18 : Valeurs individuelles de l'urée plasmatique (g/l) des 3 lots . .	98
Annexe 19 : Valeurs individuelles de la créatinine ($\mu\text{mol/l}$) des 3 lots . .	99
Annexe 20 : Valeurs individuelles des transaminases (U/l) des 3 lots . .	100

Dédicace

C'est grâce à Allah, à Lui Seul la louange, que nous avons pu finir ce travail; et je tiens fermement à signaler que cette aventure nous a permis d'acquérir énormément de connaissances que l'amphithéâtre ne nous a pas appris. Je saisis cette occasion pour dédie ce travail à : La mémoire de mon regretté papa, pour qui je prie Allah le tout Puissant de L'accueillir dans son vaste paradis À ma chère maman Et à toute ma famille et à tous mes amis A Abdelaziz, Hadj Saleh, Faissal, Adel, Meliani, Karim, Omar, Kaider, Mohamed, Hocin, Nourdine, Said.....

remerciements

Au terme de ce travail mené au département de zootechnie de l'ENSA, je tiens à remercier :

Monsieur **H YAKHLEF**, Professeur à l'ENSA d'El Harrach, pour avoir accepté de présider ce jury, je lui exprime toute ma reconnaissance.

Monsieur **S TRIKI** Maître de conférences à l'ENSA d'El Harrach, pour m'avoir confié ce travail. Ses orientations, ses conseils m'ont permis de mener à bien ce travail. Qu'il trouve ici, mon profond respect et ma parfaite considération.

Monsieur **F GHOZLANE** et Madame **D BOUDOUMA** Maîtres de conférences à l'ENSA d'El Harrach, Monsieur **N E BENMESSAOUD** Maître assistant chargé de cours à l'ENSA, pour avoir bien voulu participer à l'appréciation de ce travail. Je leur dois toute ma reconnaissance.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé durant mon expérimentation et plus particulièrement Ami **CHAABANE**, bibliothécaire du département de Zootechnie pour son aide ; je lui dois tout mon reconnaissance.

Résumé

Notre travail comporte deux objectifs :

- Le premier est de comparer l'effet d'une alimentation à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne sur les performances de reproduction des brebis de la race Ouled Djellal. Les animaux sont répartis en lots comme suit :
 - Lot 1 : PTU à volonté + (100, 200, 300 et 400 g de concentré respectivement durant les 3 premiers mois, 4^{ème}, 5^{ème} mois de gestation et les trois mois de lactation).
 - Lot 2 : PTU à volonté + (200, 300, 400 et 500 g de concentré respectivement durant les 3 premiers mois, 4^{ème}, 5^{ème} mois de gestation et les trois mois de lactation).
 - Lot 3 : Foin de luzerne seul à volonté.

La croissance des agneaux de la naissance au sevrage a été suivie pour les trois lots.

- Le deuxième objectif est de vérifier l'hypothèse de toxicité liée à la consommation de la paille traitée à l'urée par le dosage spectrophotométrique de quelques paramètres sanguins et du lait.

Pour toute la période de notre essai, les résultats obtenus montrent que le foin de luzerne est mieux consommé que la PTU.

La quantité de MSI des fourrages seuls s'établit à 59 ; 55 et 47 g/j/kg p^{0.75} respectivement pour le lot 3, le lot 1 et le lot 2.

La fécondité (fertilité X prolificité) s'est améliorée avec le numéro de mise bas, elle passe de 75 et 50 % respectivement pour les brebis du lot 1 et du lot 2 à la première mise bas à 87 et 57 % à la 2^{ème} mise bas. Cependant une diminution de la fécondité des brebis du lot 3 (lot FL) de 100 % à la première mise bas à 67 % à la deuxième mise bas a été enregistrée. Elle est due probablement à l'état d'engraissement des brebis qui pourrait affecter la fertilité.

Aucune mortalité des agneaux à la naissance n'a été observée, à l'exception du lot 1 où il est enregistré un taux de 28 % dû au faible poids à la naissance

La production laitière est supérieure pour les brebis du lot 3 consommant uniquement du foin de luzerne à celle du lot 1 (PTU et 400 g de concentré) et du lot 2 (PTU et 500 g de concentré). Elle est respectivement de 1178, 780 et de 970 g/j/brebis. Cette production laitière n'a pas permis l'obtention d'agneaux plus lourds à 45 jours d'âge, de même que pour le poids au sevrage, puisque ce dernier est statistiquement comparable puisqu'il s'établit à 13 ; 14 et 13 kg respectivement pour le lot 1; le lot 2 et le lot 3.

Les résultats relatifs aux paramètres plasmatiques obtenus sur les brebis consommant la paille traitée à l'urée sont comparables à ceux rapportés dans la littérature. La concentration plasmatique à jeun en protéines totales varie de 60 g/l à 70g /l ; l'urémie de 0,28g/l à 0,60g/l; la créatinémie de 30 à 85 $\mu\text{mol/l}$; et les transaminases varient de 25 à 115 UI/L et celle du lait varie de 0,84 à 1,10g/l en urée et de 228 à 229 mg/dl en protéines totales.

Mots clés : performances de reproduction ;brebis ;paille traitée à l'urée ; foin de luzerne, protéines plasmatiques totales, urémie, créatinémie et transaminases plasmatiques.

ص خل مل ا

دراسقا تضمنت هيفين الأول يفذل في مقارنة فترات التكاثر لشجاج من سلالة "أولاد جلال" غذيت أساسا بلابن السعلاج بلاويردا والقصبة المجهزة مهزعة على ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى: تبن معالج بلاويردا + (100, 200, 300 و 400 غ من المركز الغذائي) خلال الأثلاث أشهر الأولى, الشهر الرابع والخامس من الحمل ثم خلال الأثلاث أشهر من الرضاعة على التوالي.

المجموعة الثانية: تبن معالج بلاويردا + (200, 300, 400 و 500 غ من المركز الغذائي) خلال الأثلاث أشهر الأولى الشهر الرابع والخامس من الحمل ثم خلال الأثلاث أشهر من الرضاعة على التوالي.

المجموعة الثالثة: قصبة مجهزة فقط.

و أيضا تأثر هذه الهذبت على نمو الخرفان من الولادة إلى غاية الفطام.

الهدف الثاني يفذل في محاولة فهم وإيجاد حلول للتأثير السلبي الاتج عن استهلاك تبن معالج بلاويردا.

من الاتج المحصل عليها تبن ذنان:

استهلاك القصبة المجهزة من طرف الشجاج أعلى منه بلاسبة لتبن السعلاج بلاويردا.

الكمية المستهلكة قدرت ب: 59, 55 و 47 غ/كج^{0.75} للمجموعات الثالثة, الأولى والثانية على التوالي.

فيما يتفق بتلج التكاثر نسبة الإمراع فخرت من: 75 و 50% للمجموعات 1 و 2 على التوالي في الولادة الأولى إلى 87 و 57% بلاسبة للولادة

الثانية, لكننا سجدنا انخفاضا بلاسبة للمجموعة الثالثة بنسبة 100% من الأجرة السابقة إلى 67% في تجربتنا.

أما فيما يخص عدد وفقت الخراف عند الولادة فلم يسجل شيئا إلا عند المجموعة الأولى, فقد سجلنا نسبة 28% و هذا بسبب الوزن الضعيف عند

الولادة.

فيما يخص كمية الحليب فقد سجدنا كمية كبيرة للمجموعة الثالثة مقارنة بالمجموعات الأخرى فهي تمثل 1178 و 780 و 970 غ في اليوم وكل نذجة

على التوالي للمجموعة الثالثة, الأولى والثانية هذه الكمية لم تسمح بالحصول على خرفان سميكة لا في عمر 45 يوم ولا في عمر 90 يوم فقد تحصنا على

أوزان 13, 14 و 13 كج على التوالي للمجموعات 1, 2 و 3.

دراسقا تضمنت كذلك عمل ثان مفذل في قياس نسبة اليوريا البروتينات الكريتين و الأريزامينز في الأبلزما و نسبة اليوريا والبروتينات

في الحليب, النتائج المحصل عليها عند الشجاج المستهلكة لتبن السعلاج تطابق مع الاتج المنكورة في الأبيلوغرافيا. بلاسبة لتركيز البروتينات الأبلزمية

تقارح بين 60 و 70 غ/لير الأويردا بين 0.28 و 0.60 غ/لير الكريتين بين 30 و 85 ميكرومول / لير الأريزامينز بين 25 و 115 وحدة واية / لير أما

اليوريا في الحليب فتقارحت بين 0.84 و 1.10 غ/لير والبروتينات من 228 إلى 229 مغ/لير

كلمات المفتاح: فترات التكاثر للشجاج, تبن معالج بلاويردا, قصبة مجهزة, يوريا بلزمية, البروتينات الأبلزمية, الكريتين الأبلزمية, الأريزامينز الأبلزمية.

abstract

Our work includes two objectives; the first is to compare the effect of feeding straw treated to the urea or hay of alfalfa on the performances of reproduction of the sheep of the race Ouled Djellal distributed like follows:

- Lot 1: PTU at will + (100, 200, 300 and 400 g of extract respectively during the first 3 months, 4th, 5th month of gestation and the three months of lactation).
- Lot 2: PTU at will + (200, 300, 400 and 500 g of extract respectively during the first 3 months, 4th, 5th month of gestation and the three months of lactation).
- Lot 3: Only alfalfa hay at will.

And the growth of the lambs of the birth to the severance.

The second objective is to verify the hypothesis of toxicity related to the consumption of straw treated with the urea by spectrophotometric of some blood parameters.

For the whole period of our test, the gotten results show that the hay of alfalfa is consumed better than the PTU.

The quantity of MSI of the only fodders settles to 59; 55 and 47 P^{0.75} g/j/kg respectively for the share 3, the share 1 and the share 2.

The fruitfulness improved with the number appropriate; it evolves from 75 and 50% respectively for the sheep of the share 1 and the share 2 to the first stake bottom to 87 and 57% to the 2nd stake bottom. However a reduction of the fruitfulness of the sheep of the share 3 (FL share) of 100% to the first stake bottom to 67% to the second stake bottom has been recorded. She/ it is probably owed to the state of fattening of the sheep that could affect fertility.

No mortality of the lambs to the birth has not been observed, with the exception of the share 1 where it is recorded a rate of 28% of to the weak weight to the birth.

The dairy production is superior for the sheep of the share 3 consuming the hay of alfalfa solely to the one of the share 1 (PTU and 400 g of extract) and of the share 2 (PTU and 500 g of extract). It is respectively of 1178, 780 and of 970 g/j/brebis. This dairy production didn't permit the obtaining of age lambs heavier to 45 days, as well as for the weight to the severance, since this last is statistically comparable since it settles to 13; 14 and 13 kg respectively for the share 1; the share 2 and the share 3.

The relative results to the plasmatic parameters obtained on the sheep consuming straw treated to the urea are similar to those reported by the literature. The concentration plasmatic on an empty stomach in total proteins varie from 60 g/l to 70g / l; the uremia of 0,28g/l to 0,60g/l; the creatinine of 30 in 85 μ mol/l; and the transaminases varie from 25 in 115 UI/L and the one of milk varies from 0,84 to 1,10g/l in urea and from 228 to 229 mg/dl in total proteins.

Key words: performances of reproduction; sheep; straw treated to the urea; hay of alfalfa, total plasma proteins, uremia, plasma creatinine, plasma transaminases.

Liste des abreviations

- **AA** : Acide aminé
- **AG** : Acide gras
- **AGV** : Acide gras volatil
- **ADF** : Acid Detergent fiber
- **ALT** : L'alanine-aminotransférase
- **BE** : Besoin d'entretien
- **C** : Concentré
- **CUD** : Coefficient d'utilisation digestive
- **dMA** : Digestibilité de la matière azotée
- **dMO** : Digestibilité de la matière organique
- **Ecart** : Ecartype
- **F** : Femelle
- **FL** : Foin de luzerne
- **fgs** : Fourrage grossier seul
- **FGA**: Fluorogestone acetate
- **FSH**: Folliculo stimulating hormone
- **g/j/A** : Gramme par jour et par animal
- **g/l** : Gramme par litre
- **GMQ** : Gain moyen quotidien
- **GOT**: Glutamyl oxaloacetic transaminase
- **GPT**: Glutamyl pyruvic transaminase
- **h** : heure
- **INRA** : Institut national de la recherche agronomique
- **J** : Jour
- **Kg p^{0.75}** : Kilogramme de poids métabolique
- **M** : mâle
- **MAD** : Matière azotée digestible
- **MAND** : Matière azotée non digestible
- **MADI**: Matière azotée digestible ingérée
- **MAT** : Matière azotée totale
- **MATI** : Matière azotée totale ingérée
- **MATE** : Matière azotée totale excrétée
- **MM** : Matière minérale
- **MOD** : Matière organique digestible
- **MODI** : Matière organique digestible ingérée
- **MO** : Matière organique
- **MS** : Matière sèche

- **MSI** : Matière sèche ingérée
- **MSE** : Matière sèche excrétée
- **Na** : Niveau alimentaire
- **Nan** : Niveau alimentaire azoté
- **Nae** : Niveau alimentaire énergétique
- **NDF**: Neutral Detergent Fiber
- **NH₃** : Ammoniac
- **NH₄⁺** : Ammonium
- **nm**: nanomètre
- **P**: pesée
- **PDI**: Protéines digestibles dans l'intestin
- **PDIE**: Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie
- **PDIMN**: Protéines digestibles dans l'intestin microbienne permises par l'azote
- **PDIN**: Protéines digestibles dans l'intestin, permises par l'azote
- **PS**: paille seule
- **PNT** : Paille non traitée
- **PTU**: paille traitée à l'urée
- **PTNH₃** : Paille traitée à l'ammoniac
- **PV**: Poids vif
- **PMSG** : Pregnant mare serum gravid
- **QMSI**: Quantité de matière sèche ingérée
- **QMSD** : Quantité de matière sèche distribuée
- **QMSR** : Quantité de matière sèche refusée
- **RT**: Ration totale
- **UE** : Unité d'Encombrement
- **VEF** : Valeur d'Encombrement d'un Fourrage
- **UF**: Unité fourragère
- **UFL**: Unité fourragère lait
- **UFLI** : Unité fourragère lait ingérée.
- **UI** : Unité internationale
- **μmol** : micro mole

Introduction

Le cheptel ovin occupe une place importante dans l'économie nationale. Son effectif est estimé à 19 millions de têtes (MADR, 2007) dont 80 % environ de l'effectif national se trouve dans la steppe qui connaît actuellement de nombreuses difficultés dues essentiellement à la dégradation souvent irréversible de ses ressources pastorales.

Le potentiel fourrager existant est structuré autour de quatre ensembles d'inégale importance, constitués par la steppe et les pacages, les terres en jachère, les sols pourvoyeurs de chaumes et de pailles et les fourrages cultivés.

Sur l'ensemble de l'élevage des ruminants et en terme d'offre exprimée en UF, l'Algérie accusait en 2004 un déficit de 3 milliards d'UF soit 35 % des besoins (DEBECHE, 2006). Ce déficit se fait surtout sentir durant la période froide (automne, hiver) durant laquelle les besoins alimentaires des animaux sont plus élevés car ils coïncident avec la période où les mises-bas sont les plus fréquentes.

Dans de telles conditions, la paille, avec 6 millions de tonnes (F.A.O, 2003) est une ressource alimentaire locale utilisée traditionnellement comme un véritable fourrage ; cependant elle est très riche en constituants pariétaux, pauvre en matières azotées, en glucides facilement fermentescibles et en minéraux (ABDOULI, 1994). C'est pourquoi, l'amélioration de sa valeur alimentaire a retenu l'attention des nutritionnistes.

Il existe actuellement tout un ensemble de moyens permettant de valoriser la paille ; ce sont les traitements physiques (broyage, hachage, compactage...) qui ont pour but de modifier la structure de la paille afin de favoriser l'action des micro-organismes , les traitements chimiques qui détruisent certaines liaisons unissant la lignine aux constituants pariétaux, ces derniers devenant accessibles aux microbes, les produits les plus connus étant la soude, l'ammoniac et plus récemment l'urée génératrice d' NH_3 ou encore, une complémentation qui doit, tout d'abord, apporter aux micro-organismes du rumen les éléments nutritifs dont ils ont besoin pour se développer et pour dégrader les polysaccharides des parois et assurer toutes les conditions nécessaires au maintien d'une bonne cellulolyse.

Les traitements chimiques ont débuté au département de zootechnie (ENSA Alger) par la soude en 1980, puis à l'ammoniac en 1983 et à l'urée génératrice d'ammoniac en 1990.

Les résultats obtenus par de nombreuses mesures de digestibilité " In vivo " sont conséquents : la paille traitée à l'ammoniac ou à l'urée est un fourrage qui peut fournir entre 0,55 et 0,60 UFL/Kg de MS, et l'utilisation de la PTNH_3 en tant qu'aliment de base par les brebis à long terme (3 à 5 ans) en bergerie intégrale a abouti à des résultats encourageants (TRIKI, 2003).

Cependant, la paille traitée à l'urée et complétement avec un concentré composé de 78% d'orge, 20% de farine de produit d'abattoir de volailles et 2% de complément minéral a provoqué une toxicité chronique qui s'est traduit à la troisième mise bas par la mortalité de 1/3 de l'effectif des brebis et de 60% des agneaux à la naissance (TRIKI, 2003).

La paille traitée à l'urée qui avait suscité beaucoup d'espoirs dans les pays du sud, mérite des études complémentaires en particulier sur la complémentation énergétique pour

permettre une meilleure utilisation de l'azote, ainsi, un deuxième programme de recherche a été initié en 2006 avec un nouveau concentré composé de 78% de maïs broyé, 10% de tourteau de soja, 10% de son de blé et 2% de complément minéral.

Nous présentons dans ce travail les résultats de l'utilisation de la PTU et de FL sur les performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal (2^{ème} mise bas), la croissance des agneaux de la naissance au sevrage et enfin pour vérifier l'hypothèse de la toxicité du régime alimentaire, quelques paramètres plasmatiques (urée, protéines totales, créatinine et transaminases) et la teneur en urée et en protéines du lait ont été étudiés.

Première partie : Etude bibliographique

1. Rappels sur l'anatomie du tube digestif des ruminants et l'utilisation digestive des fourrages pauvres

1.1. Anatomie du tube digestif

Les ruminants (bovins, ovins, caprins, buffles) sont capables d'utiliser la biomasse cellulosique et des formes simples d'azote grâce à leur tube digestif qui a la particularité de posséder trois compartiments appelés "pré-estomacs", placés en avant de la caillette, laquelle est l'équivalent de l'estomac du monogastrique. Leur contenu représente 70 à 75% du contenu total du tube digestif.

Le rumen (ou panse) est de loin le plus volumineux des pré-estomacs (environ 100 litres chez un bovin adulte pesant de 500 à 600 kg); il représente plus de 90% de leur volume total.

Les autres pré-estomacs sont le réseau (ou bonnet) et le feuillet. L'ensemble rumen et réseau, souvent assimilé au rumen, présente toutes les caractéristiques essentielles d'un "fermenteur". Les conditions ambiantes sont définies par:

- Un milieu riche en eau (85 à 90%).
- Un apport régulier de nutriments fournis à la fois par l'ingestion des aliments et par la rumination (ainsi que par le recyclage de l'urée).
- Un pH de 6,4 à 7,0 tamponné par l'apport de minéraux (bicarbonates et phosphates) de la salive.
- Une température de 39 à 40°C.
- Une élimination continue des produits terminaux de la digestion microbienne.
- Des échanges permanents à travers la paroi du rumen.

Ces conditions sont propices au développement d'une population de micro-organismes (appelés aussi microbes du rumen), caractérisée par sa variété et sa densité. On y trouve:

- Des bactéries au nombre de 10^9 à 10^{10} par ml de contenu de rumen et représentées essentiellement de bactéries anaérobies strictes qui constituent plus de la moitié de la biomasse microbienne totale. Elle comprend plusieurs variétés de bactéries selon qu'elles sont cellulolytiques, amylolytiques, protéolytiques ou uréolytiques.
- Des protozoaires, surtout des ciliés anaérobies, dont la population est comprise entre 10^5 et 10^6 individus/ml de contenu de rumen.
- Des champignons anaérobies, plus fréquents chez les ruminants tropicaux (où, selon BAUCHOP (1979), ils sont au nombre de 10^3 /ml de contenu de rumen) que les ruminants tempérés.

1.2. Importance des microbes chez les ruminants:

- Ils fournissent l'énergie à l'animal hôte :

Les aliments ingérés subissent d'abord une fermentation grâce aux microbes du rumen; cette fermentation microbienne est très importante puisque 60 à 90% des glucides de la ration, y compris ceux des parois végétales, y sont fermentés. Ces parois, qui sont les composants essentiels des fourrages pauvres sont partiellement dégradées par les microbes à l'aide de l'enzyme cellulolytique (cellulase) qu'ils sécrètent et que ne possède pas l'animal hôte. La fermentation des glucides conduit à la production d'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) utilisée par les microbes pour leurs besoins d'entretien et de multiplication.

Les produits terminaux de cette fermentation sont :

- Les acides gras volatils (AGV): essentiellement l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide butyrique, dont les proportions dépendent de la nature des glucides alimentaires.
- Le gaz carbonique et le méthane.

Les acides gras volatils, issus de la fermentation ruminale, sont absorbés dans le sang surtout à travers la paroi du rumen. Ils constituent la principale source d'énergie pour l'animal hôte puisqu'ils fournissent de 70 à 80% de l'énergie totale absorbée chez le ruminant (VERMOREL, 1978).

- Ils fournissent des protéines pour l'animal hôte (figure 1 et schéma 1) :

Les matières azotées (protéiques et non protéiques) ingérées par l'animal sont soumises à l'action protéolytique des microbes (bactéries, protozoaires et champignons) du rumen. Elles sont partiellement dégradées dans des proportions variables selon plusieurs facteurs, en particulier leur solubilité (INRA, 1988). Les matières azotées non protéiques des aliments, comme l'urée qui peut être ajoutée à la ration, sont dissoutes en totalité et hydrolysées en ammoniac.

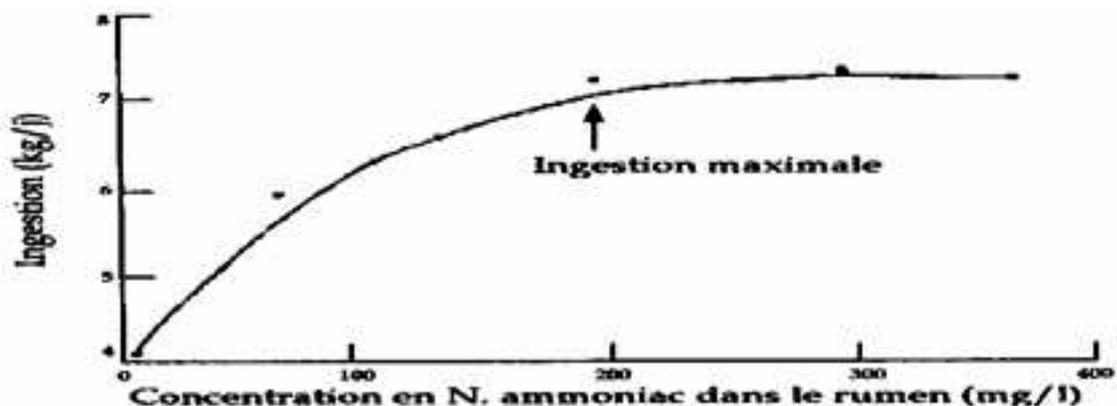


Figure 1a: Effet de la concentration en ammoniac dans le rumen sur l'ingestion et la digestibilité (in sacco) de la paille par des bovins (Leng, 1990).

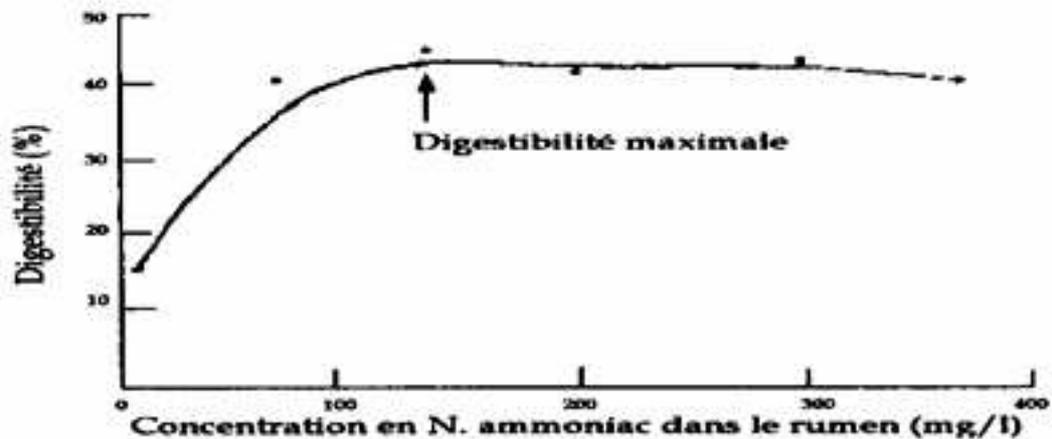


Figure 2b : Effet de la concentration en ammoniac dans le rumen sur la digestibilité (in sacco) de la paille par des bovins (LENG, 1990).

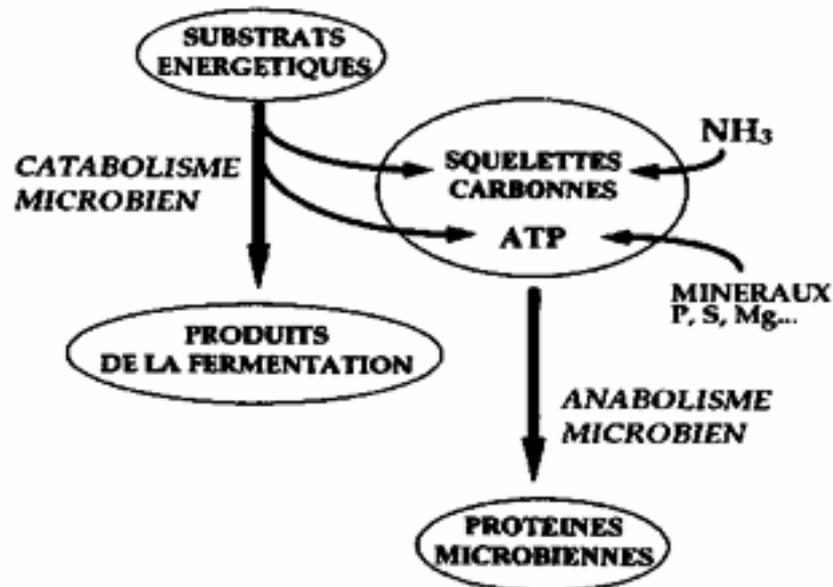


Schéma 1 : Schéma simplifié de la synthèse microbienne dans le rumen.

L'ammoniac est un élément précurseur essentiel pour la croissance microbienne de la plupart des espèces bactériennes du rumen qui le prélèvent et l'utilisent pour la synthèse de leurs propres acides aminés constitutifs. Il est même considéré comme la principale source d'azote pour plusieurs souches bactériennes, en particulier celles impliquées dans la digestion de la cellulose et de l'amidon. Selon MAENG et al (1976), 82% des bactéries du rumen peuvent se développer uniquement avec de l'ammoniac comme source d'azote. Cependant, il a été observé par les mêmes auteurs qu'un apport d'acides aminés en association avec l'ammoniac fourni par l'urée stimule la synthèse des protéines microbiennes.

Comme la transformation de l'azote alimentaire en azote microbien passe principalement par le pool ammoniacal, plusieurs auteurs ont mis l'accent sur l'importance d'une quantité minimale d'azote ammoniacal nécessaire dans le rumen pour une meilleure synthèse des microbes et une optimisation de la dégradation des aliments. Plusieurs auteurs dont HARRISON et Mc ALLAN (1980) et LENG (1990), ces concentrations se

situeraient entre 50 et 100 mg/litre de jus de rumen. Les concentrations d'azote ammoniacal dans le rumen ont un effet positif sur l'ingestion et la digestion des fourrages pauvres (fig1a et 1b).

L'utilisation de l'ammoniac pour la synthèse microbienne est étroitement liée à la quantité d'énergie (sous forme d'ATP) produite par la fermentation des glucides, mais également à la présence de certains minéraux, en particulier le soufre et le phosphore (DURAND *et al*, 1987).

L'ensemble des résultats de recherche dans ce domaine permet de dire qu'en moyenne, 145 g de Matières Azotées Totales (MAT) microbiennes sont synthétisés pour chaque kg de Matière Organique Fermentée (MOF) dans le rumen.

Les microbes sont ensuite entraînés avec les "digesta", dans la caillette et l'intestin grêle, où ils subissent alors le processus classique de digestion. Ils sont constitués de 80 p.100 de protéines, très bien équilibrées en acides aminés indispensables, et sont digérés à 80-85 p.100, fournissant les PDIM (Protéines Digestible dans l'Intestin d'origine Microbienne) du système PDI (Protéines Digestibles dans l'Intestin) français, (INRA, 1988). Ces PDIM jouent un rôle très important dans la couverture des besoins azotés des ruminants, surtout quand ces derniers reçoivent des rations à base de fourrages pauvres.

A ces protéines s'ajoutent celles d'origine alimentaire qui ont échappé à la dégradation microbienne dans le rumen (cette dégradabilité est très variable suivant la nature des sources protéiques). Ces dernières sont dégradées et leur coefficient de digestibilité réel est de l'ordre 50 à 75. Elles sont définies comme étant les PDIA (protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire).

La somme des PDIA et des PDIM constitue les protéines digestibles dans l'intestin (PDI).

Le système PDI français, de même que les autres systèmes modernes internationaux, permet d'évaluer la part respective de l'aliment et des microbes dans la fourniture des matières azotées au niveau de l'intestin de l'animal hôte. Il permet d'attribuer à un aliment deux valeurs azotées :

- L'une, PDIN = PDIA + PDIMN, où PDIMN est la quantité de PDIM synthétisées grâce à la quantité d'ammoniac et d'acides aminés libérés par l'aliment lorsque la quantité d'énergie nécessaire à la synthèse protéique microbienne n'est pas limitante.
- L'autre, PDIE = PDIA + PDIME, où PDIME est la quantité de PDIM synthétisées grâce à l'énergie de l'aliment lorsque la quantité d'ammoniac et d'acides aminés nécessaire à la synthèse protéique microbienne n'est pas limitante.

Ces deux valeurs ne sont pas additives. C'est la plus petite qui est à prendre en considération pour un aliment donné. Equilibrer une ration reviendra à réaliser l'égalité PDIN = PDIE en associant des aliments riches en PDIN à des aliments riches en PDIE .

Les ruminants sont donc moins tributaires de la qualité des matières azotées alimentaires que les monogastriques car ils peuvent transformer des formes azotées simples comme l'urée en protéines microbiennes de haute valeur nutritionnelle.

Il n'est alors pas nécessaire, du moins pour la satisfaction de leurs besoins d'entretien et d'une production modeste, d'alimenter les ruminants avec des protéines de bonne qualité dans la mesure où celles-ci seront en majorité dégradées en ammoniac qui aurait aussi pu provenir de formes azotées simples. Cette possibilité a une importance économique

considérable dans les pays en voie de développement étant donné la pénurie et/ou le coût élevé des protéines végétales telles que les tourteaux.

1.3. Métabolisme des nutriments

Après l'absorption, les nutriments sont véhiculés par le sang vers le foie puis les cellules où ils seront soumis à divers métabolismes. Ce métabolisme revêt deux aspects, un catabolique qui sert la fourniture de l'énergie à partir des substances énergétiques (glucose, AGV, AG, AA) et l'autre anabolique dont l'intérêt est la synthèse des nouvelles matières.

1.3.1. Le métabolisme du glucose:

Chez les ruminants le glucose sanguin a deux origines:

- Exogène provenant de l'absorption intestinale du glucose à partir de l'amidon et aussi de glucosanes microbiennes. Il représente environ 15% du glucose total.
- Endogène provenant essentiellement de la néoglucogenèse à partir des substances glucoformatrices au niveau du foie, et à moindre degré au niveau rénal. La néoglucogenèse fournit environ 85% du glucose total (PAYNE, 1983; MEZIANE, 2001), donc est un phénomène capital chez le ruminant (THIVEND *et al.*, 1985; LANDAU *et al.*, 1997).

Les substances glucoformatrices sont :

- Le propionate (55%) qui est le principal précurseur du glucose, dont environ 90% est capté par le foie et transformé en glucose via le succinyl CoA. Cette réaction nécessite également de la vitamine B12, synthétisée par les microorganismes du rumen à partir du cobalt de la ration par l'intermédiaire de méthyl-malonyl CoA (AL-HABSI *et al.*, 2005).
- Glycérol qui est libéré par la lipolyse.
- Lactate.
- Acides aminés glucoformateurs circulants (25%) (Alanine, glutamine, acide glutamique, acide aspartique, proline, sérine) après leur désamination en glucose (MARX, 2002). Ainsi selon HUNTINGTON (1997) le métabolisme du glucose est étroitement associé au métabolisme d'acides aminés et des lipides.

1.3.2. Le métabolisme des substances azotées:

Les protéines plasmatiques sont formées non seulement par des protéines simples, mais aussi par les formes conjuguées telles que les glycoprotéines et les différents types de lipoprotéines. L'utilisation de différentes concentrations de sulfates de sodium ou d'ammonium permet habituellement de séparer les protéines de plasma en trois groupes principaux: fibrinogène, albumine et globuline. La proportion des diverses fractions des protéides sériques varie selon l'espèce animale.

- **Urée** : c'est le produit terminal de la dégradation microbienne des matières azotées. Elle est synthétisée au niveau du foie à partir de l'ammoniac.

Chez les monogastriques, l'urée est entièrement excrétée par les urines, par contre chez les ruminants elle est soit excrétée dans les urines et donc perdue, ou, recyclée dans le rumen via la salive, et à moindre degré via la paroi du rumen où elle est convertie à nouveau en ammoniac et peut servir pour la croissance bactérienne. Lorsque la ration est pauvre en protéines, beaucoup d'urée est recyclée dans le rumen, et peu d'azote est

perdu. Cependant, lorsque le contenu protéique de la ration augmente, moins d'urée est recyclée et la perte d'azote urinaire est plus importante (MEZIANE, 2001; JEAN-BLAIN, 2002; WATTIAUX, 2004).

1.3.3. Le métabolisme des lipides:

Après leurs solubilisations dans la phase micellaire, Les acides gras issus de la dégradation des lipides au niveau de l'intestin grêle sont absorbés à travers la paroi intestinale. Dans le sang, les lipides sont majoritairement transportés via les chylomicrons (des complexes macromoléculaires constitués de triglycérides, de phospholipides, de cholestérol libre ou estérifié et de protéines). Donc les chylomicrons sont la forme alternative de transport des lipides à partir de l'intestin grêle par l'intermédiaire des vaisseaux lymphatiques vers la circulation sanguine générale où ils sont utilisés par les tissus cibles sans être d'abord métabolisés par le foie (BAUCHART, 1993; MEZIANE, 2001; JEAN-BLAIN, 2002; WATTIAUX et GRUNIMER, 2003; CUVELIER et al, 2005b; WATTIAUX et HOARD, 2005).

1.3.4. Le métabolisme minéral:

Comme tous les mammifères, les ovins doivent trouver dans leur régime alimentaire des quantités suffisantes de matières minérales. Compte tenu des risques d'insuffisance des rations classiques à base de fourrages des ruminants, l'attention des nutritionnistes est surtout orientée vers les éléments minéraux suivants : P, Ca, Na, Mg, S (pour la laine), Zn, Cu, Co, I et Se (GUEGUEN et BARLET, 1978).

Actuellement, la généralisation progressive de l'utilisation des complémentations minérales a pour effet de réduire l'intensité de ces désordres métaboliques en raison notamment des exigences de productivité et de rentabilité.

1.4. Utilisation digestive des fourrages pauvres

1.4.1. Composition chimique

Les pailles et tiges de céréales (riz, blé, maïs, sorgho, mil,...) ou de graminées annuelles et pérennes (*Andropogon Sp*, *Panicum Sp*,...) sont encore pauvres en matières azotées, en vitamines et en minéraux.

Letableau 1 donne, à titre d'exemple, la composition chimique de plusieurs échantillons de ces fourrages récoltés dans différents pays tropicaux.

Ces fourrages pauvres présentent trois inconvénients majeurs sur le plan nutritionnel:

1.4.1.1. Une teneur élevée en glucides pariétaux complexes:

Cellulose, hémicelluloses et lignine constituant la paroi végétale qui représente la presque totalité de la matière organique (60 à 80 p.100) de la plante.

La cellulose est le constituant structural le plus abondant. Elle représente en moyenne de 32 à 47% du poids sec du fourrage (tableau 1). Il s'agit d'un homopoluoside constitué de longues chaînes linéaires de β 1-4 glucose, appelées cellobiose, associées en microfibrilles qui conduisent à la formation des fibres dont certaines zones ont une forte cristallinité. La cellulose vraie (à ne pas confondre avec la cellulose brute) est potentiellement entièrement digestible.

- **Les hémicelluloses**, contrairement à la cellulose, sont des hétéropolymères amorphes composés d'hexoses (glucose, mannose, galactose) et surtout de pentoses (xylose, arabinose). Les chaînes de ces macromolécules sont relativement courtes. Elles constituent une matrice polysaccharidique souvent associée à des constituants phénoliques qui entourent les fibrilles de la cellulose (THOMSON, 1983). Les hémicelluloses ne sont que partiellement digestibles.
- **La lignine** est un hétéropolymère phénolique, qui est lié aux hémicelluloses. Les liaisons lignine/hémicelluloses ne sont pas connues avec précision. L'organisation s'effectue autour des microfibrilles de cellulose et aboutit à un treillis dense et mécaniquement résistant. La lignine est totalement indigestible.

Tableau 1: Valeurs extrêmes de la composition chimique et de la digestibilité de quelques résidus de cultures tropicales (CHENOST, 1993 et 1995 ; CHENOST et al., 1993; KAYOULI. 1979, 1988. 1994 a et b).

Fourrage	Nombre d'échantillons	Origine	MS	Cellulose brute	MAT	Digestibilité in sacco (72h) ou digestibilité cellulase Rexen (*)
			p100	(p100 MS)		
Paille de riz	35	Niger, Cambodge	91	35-40	3-5	35-41
Paille de riz	35	Madagascar, Mauritanie	90		3-7	30-35 (*)
Paille de blé	30	Tunisie	89	37-43	2-5	39-35
Tiges de sorgho	18	Niger, Togo, Burkina F.	90	32-45	2-8	32-44
Tiges de maïs	8	Tanzanie, Gambie	90		3-5	34-46 (*)
Tiges de mil	23	Niger, Togo	90	35-46	2-7	32-40
Panicum spp.	15	Niger, Togo, Burkina F	90	36-45	2-5	35-45
Andropogon gayanus	7	Niger, Burkina F., Gambie	90	40-47	2-3	30-38

La proportion des parois végétales et leur degré de lignification augmentent avec l'âge de la plante et en affectent négativement la digestibilité.

1.4.1.2. Une faible valeur azotée:

les résidus de culture sont pauvres (2 à 5 p.100) en matières azotées totales (MAT = N x 6,25). Il en est de même des graminées natives pérennes dont la teneur en matières azotées totales diminue fortement avec l'âge. En saison sèche et après le stade floraison, qui intervient très tôt en hivernage, cette teneur ne présente plus que de très faibles valeurs (tableau 1). L'azote de ces fourrages est en outre souvent inaccessible car lié aux parois cellulaires lignifiées.

1.4.1.3. Une valeur minérale et vitaminique très faible.

En effet tous ces fourrages présentent une *forte carence en minéraux*, aussi bien en macroéléments (Ca, P, Na) qu'en oligoéléments, et en *vitamines, en particulier A et D* 3 .

1.4.2. Utilisation digestive

1.4.2.1. Généralités

La digestibilité des matières premières est très variable en fonction de l'espèce considéré (orge supérieure à blé), de la variété (surtout pour le riz) des conditions agronomiques de culture (engrais, climat,...) et des conditions de récolte (hauteur de coupe, adventices, séchage, stockage,...).

Les microbes du rumen colonisent les particules alimentaires ingérées en s'y attachant et les souches cellulolytiques dégradent (hydrolysent) partiellement la cellulose et les hémicelluloses grâce à leur cellulase. Cette hydrolyse aboutit à la formation d'oses simples (glucose, xylose, etc) qui sont fermentés par la population microbienne, qui en tire pour elle l'énergie (sous forme d'ATP) et produit les acides gras volatils pour l'animal hôte.

La dégradation des parois végétales nécessite obligatoirement la fixation des microbes aux particules alimentaires pour que les enzymes puissent pénétrer à l'intérieur des structures fibreuses, d'où la nécessité, pour la microflore sécrétant ces enzymes, de voies d'accès suffisamment larges dans le complexe ligno-cellulosique. Malheureusement, les fourrages pauvres présentent des teneurs élevées en parois lignifiées incrustées de lignine de manière très complexe (surtout chez les graminées). Or la lignine empêche la colonisation microbienne des fibres et, par là, l'action de dégradation des enzymes cellulolytiques.

Il résulte de cette série de phénomènes une faible digestibilité de ces fourrages, particulièrement de leurs tiges (donc des pailles) qui se situe entre 35 et 55 p.100 (tableau 2).

Tableau 2: Exemples de variation (valeurs extrêmes) de la valeur alimentaire de quelques pailles

PAILLE	Digestibilité de la matière organique	Quantités volontairement ingérées (g/kg P0,75)	
	(p.100)	Matière sèche	Matière organique digestible
RIZ (1)	35-55	25-65	9-25
ORGE (2)	43-48	35-51	15-21
BLE (3)	35-46	23-35	8-10

(1): 20 références, Asie et Australie (DOYLE et al., 1986) (2): 7 mesures, Syrie (CAPPER et al., 1989) (3): 15 mesures *in vivo* (INRA, 1988)

En plus de leur faible digestibilité, les parois lignifiées résistent longtemps à la dégradation microbienne et à la mastication mérycique (de rumination), et sont digérées lentement. Les particules résultant de cette dégradation vont séjourner plus longtemps dans le rumen que dans le cas de fourrages de bonne qualité avant d'être réduites à une taille suffisamment petite pour pouvoir franchir l'orifice réseau/feuillet (orifice réticulo-omasal). Le temps de séjour de ces particules dans le rumen peut atteindre cinq jours dans le cas des fourrages pauvres (INRA, 1988). Les particules vont ainsi "encombrer" le rumen. Cet encombrement, qui détermine l'ingestibilité, est donc sous la dépendance directe de la vitesse de digestion du fourrage (régulation physique de l'appétit chez le ruminant, BLAXTER et al, 1961; BALCH et CAMPLING, 1962). Il est important chez les fourrages pauvres qui ne vont ainsi pouvoir être ingérés qu'en faibles quantités.

Il convient toutefois de signaler ici que *la valeur alimentaire de ces fourrages, en particulier des pailles, présente une très grande variabilité* comme le montre le tableau 2. Cette variabilité dépend essentiellement de la famille botanique et de l'espèce, des conditions (climatiques et agronomiques) de maturation et des conditions de récolte et de stockage.

1.4.2.2. Conditions d'une bonne utilisation digestive

Pour que la fermentation cellulolytique s'effectue correctement, il faut que les microorganismes du rumen puissent trouver *les éléments nutritifs* dont ils ont besoin pour se développer et pour dégrader (cellulolyse) les polysides des parois de la paille ou du fourrage pauvre. Il faut aussi *que les conditions physico-chimiques nécessaires au maintien d'une bonne cellulolyse* soient réunies.

1.4.2.2.1. Les éléments nutritifs à apporter aux microorganismes du rumen.

Ce sont les mêmes que pour tout organisme vivant: avant tout, énergie, azote, minéraux et vitamines:

- L'Énergie

L'énergie est contenue principalement dans les polysides de la paille ou du fourrage. Elle est libérée lentement au fur et à mesure de la dégradation (fermentation) des glucides complexes des parois par les microorganismes du rumen. Cette énergie correspond, en gros, à l'énergie digestible du fourrage et n'est mise à la disposition des microorganismes sous une forme assimilable par eux que très progressivement.

- L'Azote

La flore bactérienne cellulolytique est constituée essentiellement de protéines. Il est donc indispensable qu'en plus de l'énergie apportée par la fermentation des parois, les microbes puissent trouver l'azote nécessaire à la synthèse de leurs protéines.

Or la paille, comme tout fourrage âgé, est pauvre en azote qui, en outre, est peu digestible.

Pour réaliser une fermentation correcte des fourrages pauvres et permettre leur dégradation potentielle, il faudra donc *apporter en priorité la quantité d'azote manquante* . Les besoins en azote des microorganismes dépendent de la quantité d'énergie fermentescible présente.

L'azote manquant dans les fourrages pauvres doit être apporté sous une forme utilisable (les *PDIN*, azote fermentescible ou facilement "*dégradable*" dans le rumen) par les microorganismes, soit d'origine végétale (fourrages jeunes riches en azote), soit non protéique, d'origine industrielle, comme *l'urée*.

Cet apport devra être étalé dans la journée de façon à éviter tout risque d'intoxication par excès d'ammoniac dans le rumen. La figure 2 présente le métabolisme simplifié de l'urée chez le ruminant.

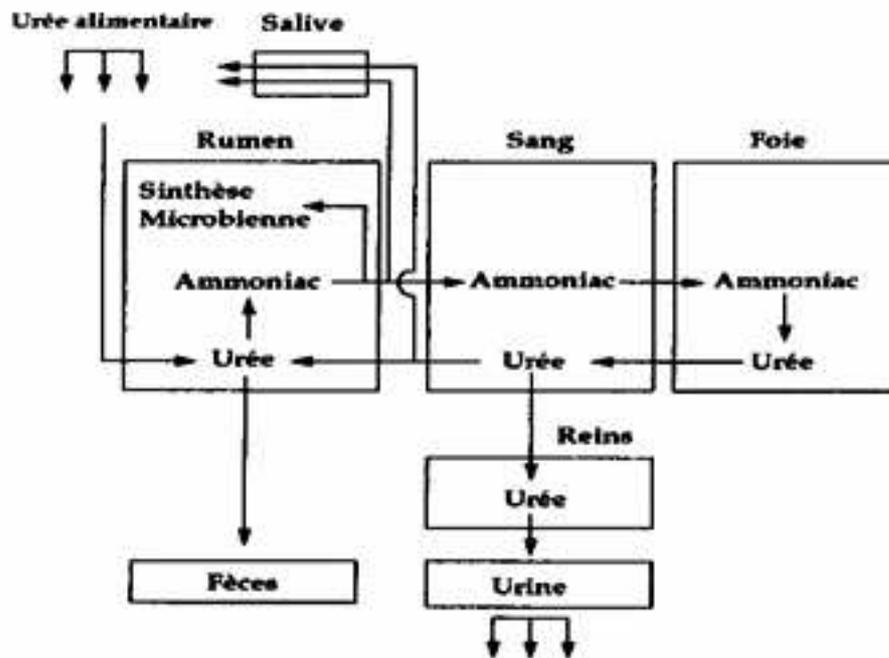


Figure 2 : Métabolisme de l'urée chez le ruminant.

- Les minéraux et les vitamines

La paille est également carencée en minéraux et vitamines et ne suffit pas à couvrir les besoins des microbes pour leur synthèse et leur activité.

Concernant les minéraux, il ne s'agit pas seulement des éléments majeurs P, Ca et Mg, mais également des oligo-éléments, Cu, Zn, Mn, Fe et S, pour la synthèse des acides aminés soufrés dont les bactéries cellulolytiques sont riches. Les besoins exacts sont encore assez mal connus et font l'objet de travaux de recherche.

En attendant d'en savoir plus, si la ration n'est constituée que de paille, on se prémunira de tout risque de carence en se référant aux chiffres clef indiqués par DURAND (1989) soit 1,3 g de soufre, 5 g de phosphore et 1,5 à 2,0 g de magnésium par kg de MOD et en apportant un composé minéral spécifique des pailles dont nous donnons un exemple dans le tableau ci-dessous.

Pour les vitamines, elles font pratiquement défaut dans les pailles ou tout fourrage récolté à un stade de maturité avancé (INRA, 1978). Elles sont généralement incorporées au complément minéral. Celles qui font particulièrement défaut sont les vitamines A, D3 et E.

1.4.2.2.2. Les conditions physico-chimiques d'une bonne cellulolyse (fig 3 a et b)

L'activité cellulolytique des bactéries diminue à des pH inférieurs à 6,5. L'addition de concentrés riches en glucides rapidement fermentescibles dans la ration, parfois inévitable dans certains cas de complémentarité, peut entraîner une chute du pH du rumen en raison de la production rapide et importante d'acides gras volatils (AGV) qui en résulte. Dans le cas de la mélasse, souvent utilisée comme support de présentation de l'urée, on fera en sorte qu'elle soit ingérée lentement et régulièrement pour éviter les variations brusques du pH dans le rumen (figures 3a et 3b).

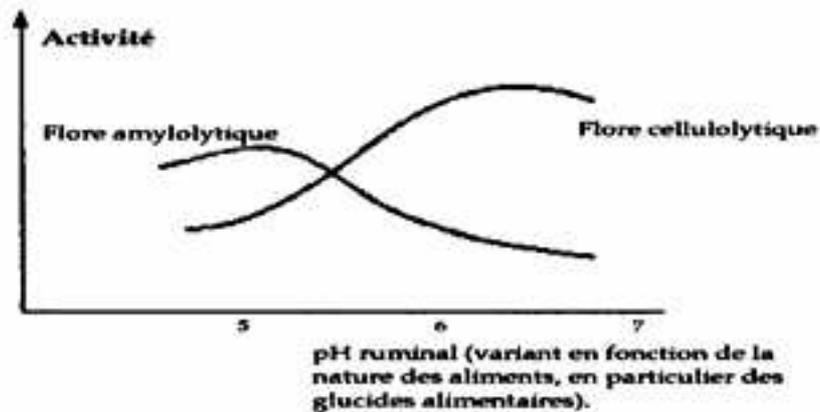


Figure 3a: Effet du pH du rumen sur l'activité des bactéries cellulolytiques et amylolytiques du rumen

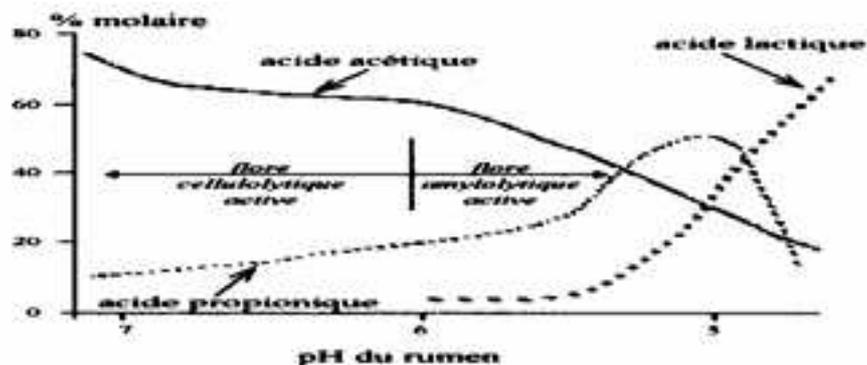


Figure 3b: Effet du pH du rumen sur les orientations fermentaires dans le rumen

L'activité cellulolytique dépend également de la régularité des apports d'éléments nutritifs à la flore microbienne et du renouvellement ou de la régénération de cette dernière. Une conséquence pratique de cette observation est qu'il faudra adopter une méthode de distribution des compléments qui permettra de *régulariser le plus possible les apports et de se rapprocher d'une ingestion la plus étalée possible.*

1.4.3. Conséquences sur les quantités ingérées et la digestibilité, donc la valeur alimentaire

Le respect des conditions permettant de favoriser la cellulolyse (essentiellement l'apport complémentaire minimum requis et régulier de l'azote, des minéraux et des vitamines) va réduire le délai que requiert la fixation (colonisation) des microorganismes cellulolytiques sur les fragments de fourrage et faciliter leur prolifération et accélérer leur travail de dégradation des parois du fourrage. La libération des éléments digestibles et leur mise à la disposition des microbes vont également être plus rapides et plus intenses.

Il va en résulter:

- Une optimisation des processus de fermentation et, par là, une "expression" de la digestibilité réelle ou potentielle du fourrage. On dit souvent que la digestibilité a été améliorée. En fait on a simplement permis à la digestion de s'effectuer correctement par opposition à la majorité des cas pratiques où celle-ci n'est qu'incomplète parce

que limitée par l'apport insuffisant aux microbes du rumen d'éléments nutritifs et par des conditions non optimales à leurs activités fermentaires.

· Une *augmentation des quantités de fourrage que l'animal va pouvoir volontairement ingérer*. En effet, la fermentation plus rapide des fourrages favorise leur réduction en fines particules, un transit accru et un encombrement du rumen moins important.

Ces améliorations ne sont toutefois possibles qu'en deçà d'une certaine quantité d'apports complémentaires dont le rôle est de faciliter la cellulolyse. Au delà de cette quantité des phénomènes d'interactions digestives fourrages/concentrés apparaissent et le complément se *substitue au fourrage* .

1.5. Conclusion et stratégies permettant de valoriser les fourrages pauvres

Les graminées annuelles et pérennes des pâturages naturels consommées en saison sèche à un stade souvent tardif ainsi que les pailles et les tiges de céréales sont des fourrages pauvres caractérisés par des teneurs élevées en parois lignifiées et des teneurs très faibles en azote, en minéraux et en sucres facilement assimilables.

Les ruminants sont seuls capables de les utiliser grâce à leur physiologie digestive particulière. L'effet simultané de la rumination et de la fermentation microbienne qui s'effectue dans leur panse - ou rumen - par l'intermédiaire des microorganismes qu'elle héberge permet de dégrader ces fourrages en fines particules et d'en extraire les éléments nutritifs. Ces derniers sont mis à la disposition de l'animal à travers les produits terminaux de cette fermentation que sont les acides gras volatils (AGV) et la matière microbienne, elle-même, digérée par la voie enzymatique dans la caillette - estomac vrai - et l'intestin grêle.

Toutefois, non seulement la digestibilité de ces fourrages est faible, mais elle n'est effectuée que lentement et ils ne sont, par là, ingérés qu'en faibles quantités. Distribués seuls à l'animal, ils ne permettent généralement pas de couvrir ses besoins d'entretien.

Il existe différentes possibilités pour améliorer la valeur alimentaire de ces fourrages pauvres.

· L'une est nutritionnelle, c'est la complémentation.

La complémentation consiste d'abord à apporter les éléments nutritifs manquants dans les fourrages pauvres (matières azotées, minéraux et vitamines) permettant aux microorganismes du rumen de mieux les digérer. C'est ce qu'on appellera la complémentation "catalytique". Si on attend de l'animal une production plus substantielle cette complémentation ne suffira pas et il faudra une complémentation "supplémentaire" apportant les nutriments permettant de couvrir les besoins de cette production. Cet apport devra être réaliste sur le plan non seulement nutritionnel mais également socio-économique: disponibilité, coût, aptitude à être mise en oeuvre au niveau pratique.

· Les autres sont technologiques, ce sont les traitements.

Les traitements sont des procédés physiques, chimiques ou biologiques permettant de modifier les propriétés physico-chimiques des parois lignifiées des fourrages pour les rendre plus accessibles aux microorganismes du rumen et, par conséquent, plus digestibles et plus ingestibles. Suivant les productions zootechniques attendues, il conviendra de compléter parfois aussi les fourrages traités.

Comme les grands principes de la complémentation resteront sensiblement les mêmes pour les fourrages en l'état et les fourrages traités, nous nous proposons d'examiner plus en détail les traitements.

2. Les traitements

Il s'agit de procédés technologiques dont le but est de rendre les constituants pariétaux des fourrages pauvres plus accessibles aux enzymes digestives des microorganismes du rumen afin d'améliorer la digestibilité et l'ingestibilité de ces fourrages.

Il existe trois grandes catégories de traitements: physiques, biologiques et chimiques.

Les traitements physiques et biologiques ne seront cités que pour mémoire et très succinctement. En effet, à l'exception du broyage, les traitements physiques sont trop onéreux et leur mise en oeuvre suppose des dispositifs industriels. Quant aux traitements biologiques, ils restent encore techniquement délicats à mettre en oeuvre au niveau de la pratique.

Les deux traitements chimiques les plus utilisés dans la pratique sont le traitement à l'ammoniac et le traitement à l'urée.

2.1. Les traitements physiques

Ils modifient la structure physique des fourrages. Ce sont les traitements mécaniques (hâchage, lacération ou défibrage et broyage) et les traitements thermiques à la vapeur. Il existe aussi les traitements par irradiation (rayons gamma,...) que nous ne citons que pour mémoire car ils sont trop onéreux et délicats pour être utilisés dans la pratique.

2.2. Les traitements biologiques

Nous n'en citerons ici que le principe pour mémoire car ils continuent à faire l'objet de recherches. L'état de ces dernières a été récemment synthétisé par COUGHLAN et AMARAL COLLACO (1990).

Ils consistent à cultiver sur le fourrage à traiter pris comme substrat, des champignons tels que la pourriture molle, brune ou blanche dont les enzymes peuvent soit couper totalement ou partiellement les liaisons entre la lignine et les glucides pariétaux soit, et surtout, dégrader la lignine elle-même.

La croissance du champignon ou de la moisissure s'effectue au détriment de la teneur en énergie du substrat et l'intérêt nutritionnel global n'est pas compensé par l'augmentation de la teneur en protéines résultant de cette croissance. Cet aspect et les difficultés à maîtriser les cultures font que ces techniques ne sont pas encore applicables à large échelle.

2.3. Les traitements chimiques

C'est cette catégorie de traitements qui a retenu le plus l'attention sur le plan de recherche et développement. Ces traitements sont en effet très efficaces et pour certains sur lesquels

nous insisterons plus particulièrement, très faciles à mettre en oeuvre sur le plan pratique. Ils ont fait l'objet de nombreux articles de synthèse dont les plus importants ont été réalisés par GUGGOLZ *et al.* (1971); JOUANY (1975); JACKSON (1977 et 1978),...et d'ouvrages dont le plus complet est celui de SUNDSTOL et OWEN (1984).

Ces traitements font appel:

Soit à des agents oxydants (acide peroxyacétique, chlorite de sodium acidifié, ozone,...) dégradant plus ou moins efficacement la lignine,

Soit à des acides forts comme dans l'industrie du papier,

Soit à des bases - alcalis - (chaux, potasse, soude,..., seules ou en association et, plus récemment, ammoniac), capables d'hydrolyser les liaisons chimiques existant entre la lignine, indigestible et les polysaccharides pariétaux (cellulose, hémicelluloses) respectivement entièrement et partiellement digestibles (figure 4).

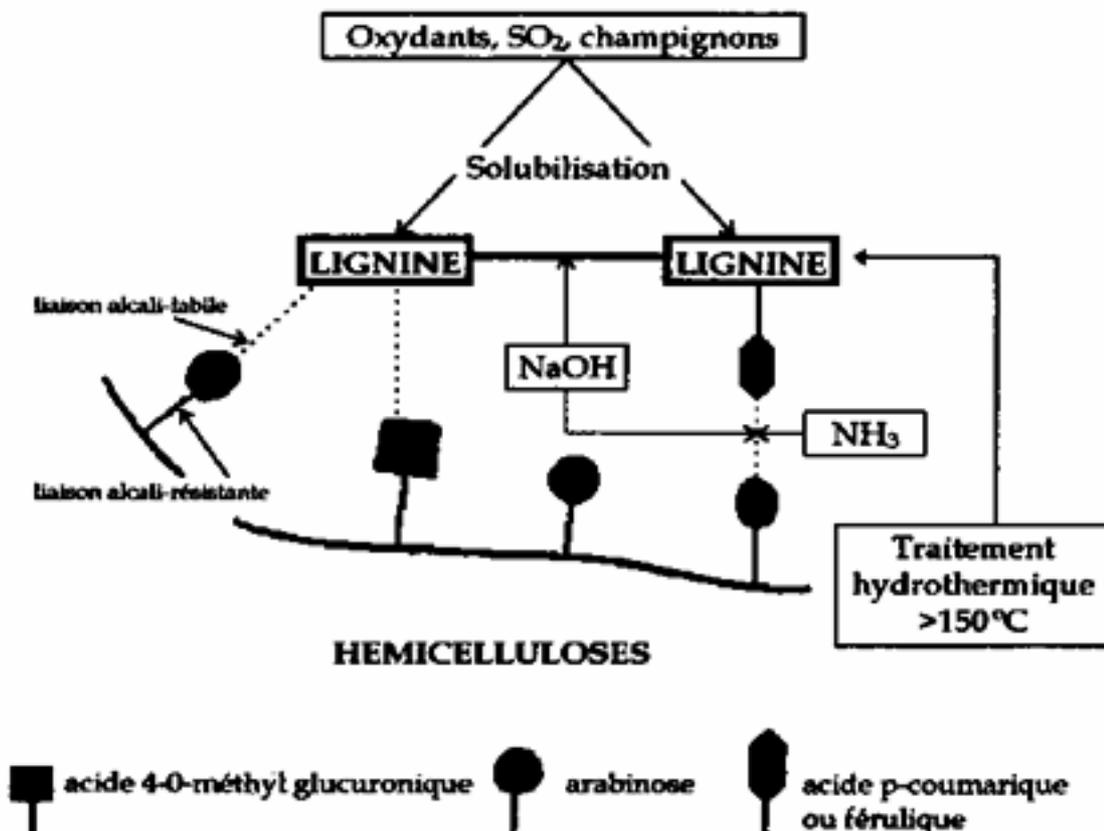


Figure 4 : Représentation du complexe lignine-hémicellulose et mode d'action des différents traitements (CHESSON, 1986)

Ces substances ne doivent évidemment pas laisser de résidus toxiques pour le ruminant qui consomme les fourrages traités ou pour les microbes qu'il héberge dans son rumen.

L'ensemble des réactions conduit à une réduction importante de la rigidité des structures végétales, au gonflement des parois et à leur pénétration par les électrolytes et les enzymes cellulolytiques des microbes du rumen. Ces derniers peuvent ainsi coloniser plus rapidement les particules végétales. Ils peuvent alors les dégrader de manière plus rapide et plus intense grâce aux hydrolyses ayant déjà pris place.

Les oxydants sont d'un coût prohibitif et n'ont pas été utilisés dans la pratique. Ce sont essentiellement les alcalis qui ont été les plus utilisés et c'est avec la soude que les applications pratiques ont vu le jour.

2.3.1. Le traitement à l'ammoniac

Devant leur prix et leur caractère toutefois assez dangereux les traitements à la soude ont presque tous été abandonnés au profit du traitement à l'ammoniac surtout depuis que SUNDSTOL et al ont proposé en 1978 un dispositif simple permettant à l'exploitant d'injecter lui-même de l'ammoniac anhydre dans la masse de paille.

Le traitement à l'ammoniac anhydre présente toutefois l'inconvénient de nécessiter la présence d'une industrie et d'un réseau de distribution d'ammoniac. Lorsque l'ammoniac n'est pas disponible ou que les réseaux de distribution n'existent pas, une alternative consiste à traiter les pailles avec une solution d'urée afin de générer de l'ammoniac par hydrolyse de l'urée dans la masse de la paille.

Nous nous proposons d'étudier plus en détail les modalités de cette technique qui constitue avec le traitement à l'ammoniac les seules possibilités pratiques de traitement des pailles et autres fourrages grossiers à l'échelle de l'exploitation.

2.3.2. Le traitement à l'urée

Dans les pays tropicaux, le traitement des fourrages à l'ammoniac reste limité pour les raisons essentielles suivantes:

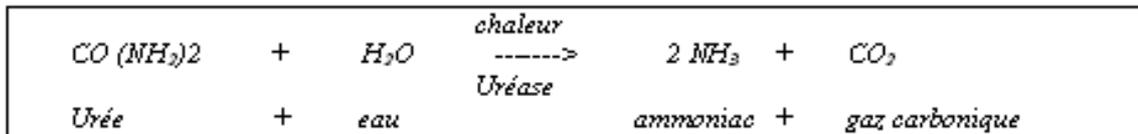
- L'ammoniac anhydre est souvent inexistant et il est difficilement concevable de l'importer aux seules fins de traitement.
- Cette technique de traitement nécessite un matériel coûteux (citernes spéciales, moyens de transport, plastique) et des voies d'accès chez les paysans (route) qui font souvent défaut.
- Ce type de traitement demande un certain niveau de technicité que le paysan ne possède pas. Tributaire d'un agent de développement, le paysan ne serait pas assez autonome pour réaliser lui-même ses traitements.
- Enfin, le traitement n'est pas dénué de risques: la manipulation de l'ammoniac anhydre, gaz toxique, est souvent délicate et nécessite un matériel parfaitement entretenu.

Pourtant ce même ammoniac peut aussi être généré sans aucun risque à partir de l'urée classiquement utilisée comme engrais (46 N). Cette source d'ammoniac a l'avantage, sur la précédente, d'être universellement répandue, facile à transporter, à stocker et à manipuler et moins coûteuse. La majorité des pays d'Afrique l'utilisent comme engrais pour la fertilisation des cultures vivrières.

2.3.2.1. Principe

Le traitement à l'urée (source génératrice d'ammoniac) est une technique simple et très facilement maîtrisable par le paysan. Elle consiste à incorporer par arrosage une solution d'urée au fourrage grossier sec et à recouvrir l'ensemble avec les matériaux étanches localement disponibles.

En présence d'eau et d'enzyme, appelée uréase et, s'il fait suffisamment chaud, l'urée est hydrolysée en ammoniac gazeux et en gaz carbonique selon la réaction enzymatique simplifiée suivante:



Lorsque l'hydrolyse est complète, une molécule d'urée (c'est à dire 60 g) génère deux molécules d'ammoniac (c'est à dire 34 g). 5 kg d'urée permettent donc de produire 2,83 kg d'ammoniac.

C'est l'ammoniac ainsi généré qui effectuera le traitement (alcalin) proprement dit en diffusant progressivement dans la masse du fourrage.

2.3.2.2. Facteurs de réussite du traitement à l'urée

Le traitement dit à l'urée est basé sur la transformation de l'urée en ammoniac. Pour qu'un tel traitement soit réussi, il faut d'abord que la majorité de l'urée apportée soit hydrolysée en NH_3 et ensuite que ce dernier diffuse correctement pour se fixer sur le fourrage et le modifier chimiquement. Il convient donc de réunir les conditions favorables à une bonne uréolyse et à un bon traitement ammoniacal sachant que ces deux processus prendront place simultanément dans la masse du fourrage.

Les conditions pratiques de la réussite du traitement sont :

2.3.2.2.1. Présence d'uréase

L'hydrolyse de l'urée est une réaction enzymatique qui ne peut s'effectuer qu'en présence d'uréase, enzyme "coupant" la molécule d'urée. Cette réaction est très complexe.

L'uréase est produite par les bactéries uréolytiques. Ces dernières sont présentes dans le sol et, aussi, dans les urines et les déjections humaines et animales (l'uréase est présente dans le rumen). Ainsi, en milieu agricole et paysan, l'uréase présente dans le milieu (encore appelée d'origine tellurique) ne fera généralement pas défaut et viendra contrebalancer sa teneur parfois insuffisante dans les pailles (WILLIAMS *et al.*, 1984 a et b et de YAMEOGO *et al.*, 1993).

La graine de soja cru est classiquement utilisée comme source d'uréase. Elle permet de réaliser un gain de temps et de faire des économies sur l'eau à ajouter.

Le soja n'étant pas traditionnellement cultivé en Algérie, il est apparu intéressant de rechercher des matières susceptibles de remplacer cette source et parallèlement d'étudier l'opportunité d'une addition d'uréase pour améliorer la production d'ammoniac. Pour cela, l'activité uréasique (UA) de plusieurs graines de légumineuses rencontrées en Algérie (17 échantillons) ont été étudiées par LAWRENCE *et al.* (1990).

Il apparaît à la lumière des résultats obtenus que parmi ces graines (4 variétés de lupin, 3 de pois, 3 de haricot, 2 de vesce, 1 de trèfle, 1 de féverole, 1 de luzerne, 1 de lentille et 1 de soja en guise de témoin), et en dehors du soja, seule une variété de lupin doux présente une activité uréasique appréciable mais néanmoins insuffisante pour permettre comme pour la graine du soja, d'abaisser de façon conséquente le taux d'humidité de la paille (il passe de 38 % à 26 % sans uréase).

En absence de source d'uréase, le taux d'humidité de 38 % assure en un temps acceptable (environ 15 jours) de la dégradation de l'essentiel de l'urée apportée (6g/100g de paille).

WILLIAMS *et al.* (1984) et HASSOUN et BA (1990) ont montré que la flore bactérienne présente sur les pailles pourrait être suffisante pour assurer l'uréolyse.

Le seul cas où il peut être nécessaire d'en ajouter artificiellement est celui du traitement à l'urée effectué en présence de quantités très réduites d'eau et à des températures tempérées, voire fraîches.

2.3.2.2.2. Dose d'urée

Les premiers traitements de paille à l'urée ont fait l'objet de nombreuses controverses en ce qui concerne les doses d'urée à appliquer car on minimisait le degré d'uréolyse et, par là, la quantité d'ammoniac produite- elle seule responsable de l'efficacité du traitement alcalin. Il est maintenant bien établi que les doses optimales se situent entre 4 et 6 kg d'urée par 100 kg de paille brute, ce qui correspond à un traitement ammoniacal se situant entre les valeurs de 2,4 et 3,4 kg d' NH_3 par 100 kg de paille brute (soit, si la paille a une teneur en matière sèche de 90%, des doses d' NH_3 comprises entre 2,7 et 3,8 kg par 100 kg de MS de paille). Elles correspondent à celles recommandées pour le traitement à l'ammoniac anhydre.

Des doses d'urée plus élevées n'entraînent pas d'amélioration supplémentaire significative de la valeur alimentaire de la paille (SCHIERE et IBRAHIM, 1989). Ces derniers auteurs ont même été jusqu'à vulgariser au SriLanka des doses de 4% d'urée.

En Algérie, LAWRENCE *et al.* (1990) préconisent la dose d'urée de 6g/100g de paille car cette quantité est totalement dégradée et fournit 3.42g d'ammoniac, quantité nécessaire pour un traitement classique.

2.3.2.2.3. Quantité d'eau à rajouter

L'hydrolyse de l'urée s'effectue d'autant mieux qu'il y a plus d'eau. Comme cette réaction a lieu en milieu complexe constitué de fourrages dans lesquels la solution d'urée est incorporée, il existe des limites pratiques à cette humidité. Or, les travaux sur la compréhension de l'uréolyse en milieu hétérogène (eau plus fourrages) sont très peu nombreux (WILLIAMS *et al.*, 1984 a et b; SAHNOUNE *et al.*, 1991 et 1992; YAMEOGO *et al.*, 1993).

L'élément de décision pratique est moins la quantité d'eau à ajouter que le taux d'humidité le meilleur possible. L'ensemble des travaux de recherche, des essais et des observations en grandeur nature ont permis d'affirmer que pour réussir l'uréolyse complète en milieu hétérogène, l'humidité finale du traitement ne devrait jamais être inférieure à 30 p.100 (ou, exprimé autrement, la teneur en matière sèche finale du fourrage traité jamais supérieure à 70 p.100).

L'étude de ce paramètre par LAWRENCE *et al.* (1990) sur une plage de variation assez large, comprise entre 25 et 52 % d'humidité et entre 1 et 24 jours, montre qu'en absence d'une source d'uréase, le taux d'humidité de 25 % est trop faible et ne permet pas une dégradation satisfaisante de l'urée (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet du taux d'humidité et de la durée de traitement sur la dégradation de l'urée en ammoniac (LAWRENCE *et al.*, 1990)

Temps en jours	Humidité 25%		Humidité 33%		Humidité 52%	
	Dégradation		Dégradation		Dégradation	
	%	NH ₃ (g)	%	NH ₃ (g)	%	NH ₃ (g)
1	13.7	0.47	22.9	0.78	45.0	1.54
2	18.5	0.63	40.1	1.37	92.7	3.17
6	21.5	0.73	70.0	2.39	95.7	3.27
12	41.0	1.41	83.7	2.86	ND	3.42
24	49.8	1.70	85.0	2.91	ND	3.42

ND, non déterminé mais supposé 100% ; NH₃, ammoniac

REZZOUG (1991) pour sa part propose une humidification de 200 litres/ tonne de paille et de traiter une couche sur deux. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Effet de l'humidité (en pratique) sur la teneur azoté totale et sur la digestibilité de la matière organique

	MAT		dMO	
	400 l	200 l	400 l	200 l
REZZOUG (1991)	12.64	14.05	53.30	58.2

Ce traitement a permis non seulement de réduire les quantités d'eau, mais il a permis d'avoir une valeur alimentaire meilleure. Cependant cette technique est à préconiser dans les pays chauds.

2.3.2.2.4. Température ambiante et durée de traitement

La température ambiante joue un rôle déterminant sur la durée du traitement à travers son influence sur

- Le développement des bactéries uréolytiques,
- La vitesse et l'intensité de la réaction d'uréolyse (la vitesse est doublée à chaque augmentation de la température de 10°C, elle est inversement ralentie de moitié à chaque diminution de 10°C),
- L'efficacité du traitement alcalin.

La température idéale de l'uréolyse est de 30 à 40°C (30°C est d'ailleurs la température de référence pour le dosage de l'urée par action de l'uréase en laboratoire).

A des températures supérieures à 25-30°C, l'uréolyse est achevée au bout de quelques jours en milieu hétérogène, du moins dans la mesure où l'humidité n'est pas limitante. C'est ainsi qu'à des températures ambiantes comprises entre 30 et 40°C, l'efficacité du traitement est maximale au bout d'une semaine. STIEFEL et *al.* (1991) ont observé en Inde sur paille de riz traitée à 4-5 kg d'urée et 60 litres d'eau pour 100 kg de paille la même efficacité de traitement sur des durées très courtes de 8, 5 et même 4 jours.

L'adjonction d'une source d'uréase, telle que la farine de soja cru ou, mieux encore, le *Canavalia ensiformis* (Jack bean) qui en sont très riches, accélère la réaction d'uréolyse en venant compenser la déficience des bactéries uréolytiques et réduit la durée de traitement (SAHNOUNE et *al.*, 1991; CHENOST et BESLE, 1992). Il a été démontré qu'à des températures supérieures à 25°C et, surtout, à des teneurs en humidité supérieures à 25-30%, cette addition n'est plus nécessaire (WILLIAMS et *al.*, 1984 a et b; SAHNOUNE et *al.*, 1991 ; IBRAHIM et *al.*, 1984; CHERMITI, 1994).

2.3.2.2.5. Qualité initiale du fourrage à traiter

Le traitement à l'ammoniac répond d'autant mieux que le fourrage est pauvre. Il en est donc de même pour le traitement à l'urée. (CHENOST et DULPHY, 1987; TUAH et *al.*, 1986; KIANGI et *al.*, 1981; DIAS - DA - SILVA et GUEDES, 1990; BA, 1993; COLUCCI et *al.*, 1992; SCHIERE et IBRAHIM, 1989).

En pratique, les principaux fourrages auxquels on aura à faire sont les pailles de céréales à petits grains (riz, blé,...) ; les tiges de céréales comme le maïs, le sorgho, le mil,... ainsi que les graminées locales ramassées en saison sèche (pailles de brousse) ou encore des foins médiocres comme ceux de vesce-avoine en zone méditerranéenne. Bien que dans l'état actuel des connaissances, il soit difficile de distinguer une bonne paille d'une mauvaise paille et, surtout, l'aptitude d'une paille à répondre au traitement, on ne fera pas d'erreur en la traitant et sa valeur alimentaire n'en sera qu'améliorée.

D'une manière générale les pailles d'orge sont meilleures que les pailles de blé dur ou tendre. Aussi, certains spécialistes du Maroc recommandent-ils de ne pas traiter les pailles d'orge pour mettre en revanche plus l'effort sur les pailles de blé.

2.3.2.2.6. Herméticité du milieu de traitement

Le dernier facteur de réussite du traitement est l'herméticité de l'enceinte de traitement tant du point de vue des pertes de la solution d'urée introduite ou de l'ammoniac généré que du point de vue du maintien de l'anaérobiose (garantie contre le développement de moisissures au sein de la masse de fourrage traité qui est humide). En effet, l'ammoniac, plus léger que l'air, diffuse dans la masse de fourrage et a tendance à s'échapper quand la paille n'est pas suffisamment tassée et l'enceinte pas suffisamment étanche. La pression d' NH_3 générée progressivement à partir de l'urée au sein de la masse de fourrage est toutefois beaucoup moins importante que dans le cas du traitement par injection d' NH_3 anhydre gazeux.

2.3.2.3. Conclusion sur la technique de traitement à l'urée

En définitive, le traitement à l'urée est une technique simple, peu onéreuse et efficace. Elle est souple et peut être adaptée à de nombreuses situations, fort différentes les unes des autres. Le traitement à l'urée a suffisamment fait ses preuves en milieu paysan pour pouvoir être démystifié. L'essentiel est de bien prendre en compte l'ensemble des facteurs conditionnant sa réussite.

Le point sur lequel on ne reviendra pas, quoique controversé, est la quantité d'urée. Il ne faut pas descendre en dessous de 5 kg par 100 kg de fourrage sec, surtout lorsque l'étanchéité est assurée par des matériaux locaux.

Les points auxquels il conviendra de prêter une attention particulière sont la durée du traitement, les quantités d'eau à rajouter au fourrage à traiter et l'herméticité du milieu de traitement. L'importance de ces points dépend en réalité du climat, des quantités et du conditionnement du fourrage à traiter et de la durée de stockage.

2.3.2.4. Effets des traitements à l'urée sur les fourrages

2.3.2.4.1. Composition chimique

Les analyses chimiques classiques (bromatologiques) ne permettent pas d'évaluer correctement la qualité nutritionnelle des fourrages pauvres très lignifiés comme,

notamment, les pailles. Il en est de même des fourrages traités (CHENOST et REINIGER, 1989).

Cependant la revue bibliographique (LAMRANI, 1990) des résultats obtenus au niveau du département de zootechnie (ENSA Alger) sur 28 valeurs pour le traitement à l'urée, 21 valeurs pour le traitement à l'ammoniac et 28 valeurs pour les pailles non traitées répertoriées montre que les traitements à l'ammoniac et à l'urée se traduisent par une modification de la composition chimique des pailles et essentiellement par un accroissement très net des teneurs en MAT (Tableau 5).

Tableau 5 : Composition chimique des pailles traitées à l'urée ou à l'ammoniac et des paille non traitées (LAMRANI, 1990)

Composition (en % de la MS)	Catégorie		
	PNT (n=28)	PTU (n=28)	PTNH ₃ (n=21)
MS	90,63 ± 2,65	88,21 ± 2,71	89,68 ± 3,09
MO	89,24 ± 4,17	90,16 ± 3,20	89,15 ± 4,52
MM	7,51 ± 1,62	7,37 ± 0,37	7,03 ± 1,20
MAT	3,64 ± 1,10	13,66 ± 4,62	7,83 ± 1,38
NDF	77,43 ± 6,36	72,64 ± 3,89	77,52 ± 3,83
ADF	49,66 ± 4,68	46,04 ± 5,42	49,99 ± 6,74
Hémicellulose	31,66 ± 3,50	26,41 ± 2,97	32,18 ± 3,34
Cellulose	42,21 ± 3,26	38,94 ± 5,35	41,15 ± 2,76
Lignine	6,66 ± 1,52	5,73 ± 1,57	5,05 ± 0,75

n, nombre de valeurs

2.3.2.4.2. Teneur en matières azotées totales :

L'azote apporté par le traitement issu de l'ammoniac anhydre ou de l'urée va être retenu en partie par la paille. Calculé sur tout un ensemble d'essais réalisés en été sur des pailles par la méthode des tas en région tempérée (en station ou en exploitation) avec des doses d' NH_3 comprises entre 3,5 et 5,0 kg par 100 kg de paille et sur des pailles d'origines botaniques très diverses, ce taux se situe à une moyenne de 30 p.100 (DEMARQUILLY et *al.*, 1989).

La revue bibliographique de DEMARQUILLY et *al.* (1989) montre une augmentation moyenne de la teneur en MAT de 58 g +/- 20 g par kg de MS de paille.

2.3.2.4.3. Valeur alimentaire

2.3.2.4.3.1. Digestibilité de la matière organique (dMO)

Le traitement des pailles à l'ammoniac ou à l'urée améliore de la digestibilité (ALIBES et *al.*, 1983; SUNDSTOL et OWEN, 1984) bien que des variations parfois importantes peuvent être observées, liées entre autres, aux conditions de traitement (CHERMITI et *al.*, 1991).

CHERMITI et *al.* (1991) et HOUMANI (1998) rapportent des augmentations de la digestibilité allant de 2,4 à 27,1 points. Cette large fourchette de variations des améliorations apportées par l'urée s'expliquerait par les niveaux de compléments utilisés, la nature de concentré et les techniques de traitement utilisées (tableau 6).

Tableau 6 : Augmentation (moyenne, écart) de la valeur alimentaire de pailles de blé et d'orge traitées à l'ammoniac anhydre (traitement en tas. 5 kg/100 kg de paille) (INRA, 1988)

Paramètres	Non traitée	Traitée
MAT(p100 MS)	3-5	9-10
MAD (g/kg MS)	0	30-40
dMAT(p100)*	-37,6	33,1
dMO (p100)	35-45	50-60
UFL (par kg MS)	0,40-0,45	0,55-0,65
PDIN (g/kg MS)	22	44
PDIE (g/kg MS)	44	55
MAND (g/kg MS)	40	60

* Cité par LAMRANI (1990).

2.3.2.4.3.2. Digestibilité des matières azotées :

Le traitement augmente la teneur en matières azotées totales ainsi que leur digestibilité apparente. La résultante est une augmentation de la teneur en matières azotées digestibles (MAD) du fourrage qui passe ainsi en moyenne de 0 avant traitement à des valeurs comprises entre 30 et 40 g/kg MS après traitement (tableau 6).

2.3.2.4.4. Quantités ingérées

L'ingestibilité d'un fourrage est une caractéristique propre au fourrage lui-même qui traduit son aptitude à être volontairement ingéré en quantité plus ou moins importante. Le système INRA (1988) définit une valeur d'encombrement (VEF) exprimée en unités d'encombrement (UE). Plus la valeur d'encombrement d'un fourrage est élevée, moins ce fourrage est ingestible. Elle est indépendante pour une espèce donnée de l'appétit de l'animal qu'on exprime par sa capacité d'ingestion (INRA, 1988).

Le traitement des pailles augmente leur ingestibilité et diminue leur valeur d'encombrement dans des proportions très variables suivant qu'il a été plus ou moins bien réussi et suivant la nature des pailles (INRA, 1988).

Des travaux réalisés au département de zootechnie sont consignés dans le tableau 7. Pour une dose de concentré comprise entre 0 et 20 %, la quantité de matière sèche ingérée de la paille seule, exprimée en g/kg p^{0,75} s'établit à 47 ; 50 et 48 respectivement pour la PNT, PTU et PTNH₃. Par rapport à la paille non traitée, nous observons une amélioration des quantités ingérées de 6,6 % pour la PTU et de 3,7% pour la PTNH₃, alors que pour une dose de concentré supérieure à 20%, nous observons une diminution de l'ingestibilité pour les 3 catégories de paille. Elle s'établit à 35,6 (-23,6%) ; 37,5 (-24,8%) et à 36,3 (-25%) respectivement pour la paille non traitée, la PTU et la PTNH₃.

Tableau 7 : Quantité de matière sèche ingérée (LAMRANI, 1990)

Catégorie de la paille	Dose du concentré	MSI g/kg p ^{0,75}	
		Ration totale	Paille seule
PNT (n =27)	0-20 %	50,51 ± 4,95	46,65 ± 4,24
PTU (n =15)		58,75 ± 5,43	49,95 ± 5,82
PTNH ₃ (n=20)		53,40 ± 5,42	48,46 ± 6,74
PNT (n =27)	>20 %	54,57 ± 6,64	35,60 ± 6,68
PTU (n =15)		55,35 ± 6,61	37,58 ± 6,35
PTNH ₃ (n =20)		57,33 ± 7,55	36,30 ± 8,16

n, nombre de valeurs

2.3.2.5. Effet du traitement de la paille à l'urée ou à l'ammoniac sur les performances de reproduction des brebis

Les travaux de longue durée mettant en évidence l'effet de la consommation de paille sur la reproduction et la santé des ovins sont à notre connaissance rares ; à l'exception toutefois d'un essai comparant la PTU à la PTN pour un cycle de reproduction (KRAIEM et al., 1991) et deux essais de 8 à 4 cycles respectivement (CORDESSE et al., 1989 et CHERMITI, 1994) comparant la PTNH₃ à un régime témoin d'un élevage transhumant et d'un élevage sur parcours.

Ces travaux ont montré l'efficacité des traitements sur les performances de reproduction et n'ont pas signalé la présence de problème de toxicité de leur utilisation sur les animaux.

Cependant, les travaux réalisés à l'école nationale supérieure agronomique d'Alger (ENSA) par TRIKI (2003) rapportent une diminution du poids des agneaux à la naissance, à 45 jours d'âge et au sevrage au 3^{ème} cycle par rapport au 1^{er} et 2^{ème} cycle et une mortalité de 60 % des agneaux et 33 % des brebis (tableau 8) qui pourraient être dû à une utilisation prolongée des PTU.

	Fécondité %	Pds des agneaux à la naissance (Kg)	Pds des agneaux à 45j d'âge (Kg)	Production laitière g/brebis/j	Pds des agneaux au sevrage (Kg)	Mortalité des agneaux %	Mortalité des brebis %	Productivité pondérale (Kg/brebis)
PTU								
Cycle 1	80	3,32	7,84	567	13,19	10	0	7,91
Cycle 2	67	3,79	9,04	563	13,60	0	0	9,07
Cycle 3	87	2,83	6,15	521	9,15	61	33	3,05
Moyenne	78,0	3,31	7,68	550	11,98	23,6		6,68
	± 10,1	± 0,48	± 1,45	± 25	± 2,46	± 32,7		± 3,19

Tableau 8 : Paramètres de reproduction et de productivité (TRIKI, 2003)

2.3.3. Conclusion

Les traitements à l'ammoniac, qu'ils soient effectués directement à l'ammoniac anhydre (ou aqueux) ou indirectement à l'urée, permettent d'améliorer la digestibilité et l'ingestibilité des fourrages pauvres. Ils permettent en outre d'en améliorer la valeur azotée, ce qui leur confère un avantage supplémentaire par rapport au traitement à la soude ou aux autres réactifs alcalins. Il n'y a pas de grosses différences entre les deux groupes de techniques dans leurs effets sur les fourrages, du moins lorsque les traitements sont effectués à quantité égale d'ammoniac (c'est à dire, pour le traitement à l'urée, lorsque l'hydrolyse de l'urée ajoutée est totale). L'avantage de l'urée par rapport à l'ammoniac semble être la possibilité de réduire la quantité d'urée par rapport à la quantité théorique sans diminuer l'effet améliorateur, cela sans doute en raison du fait que l'action de l'ammoniac généré est améliorée par l'humidité plus importante du traitement à l'urée. En revanche, il semble que la réponse à des doses croissantes d'urée soit moins nette qu'avec l'ammoniac anhydre.

Le traitement à l'ammoniac anhydre suppose l'existence d'ammoniac dans le pays, d'un réseau de distribution de cet ammoniac, du matériel approprié (citernes, camions,...) et du personnel technique formé pour le manipuler. Cette technique ne s'adresse donc qu'à des pays et des exploitations équipés et organisés.

Lorsque l'ammoniac fait défaut ou lorsque l'organisation de sa distribution et de sa manipulation serait trop difficile ou trop onéreuse, le traitement à l'urée est une alternative parfaitement valable. Les résultats d'analyse et les observations effectués sur le terrain sont en accord avec les résultats classiques. Ils montrent ainsi que le traitement à l'urée est efficace même quand il a été effectué avec des matériaux locaux. Cette technique a été introduite dans de nombreux pays dont la majorité l'utilise maintenant de manière courante. Elle est particulièrement adaptée à la petite exploitation isolée. Elle peut aussi être mise en place dans des exploitations de taille importante ou à l'échelle de la coopérative. Dans ce dernier cas, il est même possible de la mécaniser.

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) d'El- Harrach. Elle comporte trois parties :

- Une première, réalisée en bergerie expérimentale sur des brebis avec comme objectif de comparer l'effet de l'alimentation à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne sur les paramètres de reproduction et de croissance des agneaux de la naissance au sevrage.
- Une deuxième réalisée en atelier de digestibilité sur des béliers dans le but de mesurer la digestibilité de la matière organique et des matières azotées totales des rations distribuées en bergerie.
- Et enfin troisième qui consiste à étudier quelques paramètres plasmatiques (protéines, urée plasmatique, créatinine et transaminases) de 5 brebis par lot tirées de façon aléatoire et ceux du lait (teneur en urée et en protéines). L'objectif est de comparer l'effet du régime alimentaire sur l'évolution de ces paramètres.

A/ En bergerie expérimentale

1. Les animaux

L'étude porte sur 21 brebis de la race Ouled Djellal âgées d'environ 23 mois issues de précédant essai réalisé à la bergerie expérimentale par CHAOUCH et CHERIF (2007).

A l'issue de cet essai, le poids moyen de ces brebis était de 34.8 kg (lot 1) ; 39.2 kg (lot2) et 53.6 kg (lot 3) ; (une brebis du lot 2 et deux brebis du lot 3 sont mortes lors de l'essai précédant).

Les animaux ont été vaccinés contre les parasites internes et externes au début de l'essai et contre l'entérotaximie au troisième mois de gestation.

Les poids initiaux des animaux sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Poids initiaux des brebis de l'essai.

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Lot 1		Lot 2		Lot 3	
N° boucle	Poids (kg)	N° boucle	Poids (kg)	N° boucle	Poids (kg)
24276	32.00	24277	39.00	24294	38.50
24280	27.00	24282	43.00	24295	61.00
24281	31.50	24287	47.00	24300	60.00
24286	41.00	24290	37.50	24317	58.00
24288	39.00	24293	43.00	24318	53.00
24291	25.00	24360	33.00	24359	51.00
24292	43.00	24364	32.00	/	/
24363	39.70	/	/	/	/
Moy±Ecart	34.8 ± 6.76	Moy±Ecart	39.2 ± 5.52	Moy±Ecart	53.6 ± 8.37

Chaque lot est placé dans un enclos à sol cimenté et paillé. L'enclos mesure 5 x 3 m et dispose d'un abreuvoir et d'une mangeoire qui permet l'approvisionnement de l'extérieur.

2. Les aliments

2.1. Les aliments grossiers

2.1.1. La paille traitée à l'urée

La paille utilisée est une paille de blé dur (*Hordeum*) de la variété locale « Oued Zenati » provenant de la ferme pilote Khababa (Sétif). La céréale a été cultivée en sec et a reçu une fumure azotée de 60 à 80 unités / hectare et moissonnée au stade normal de maturation des grains au début du mois de Juin. La paille a été ramassée le jour même et conditionnée en bottes de poids moyen de 16 kg.

Le traitement de la paille avec l'urée a été réalisé sans addition d'uréase selon la méthode décrite par TRIKI et *al.*(1998) et LAWRENCE et *al.* (2000).

Le principe de cette méthode consiste à arroser avec une solution de 7 % d'urée un lit de paille sur deux à 20 % d'humidité. Le premier lit de la paille n'étant pas arrosé, et le dernier lit supérieur étant obligatoirement arrosé. L'opération achevée, la meule est fermée comme pour le traitement classique à l'ammoniac avec un film plastique de couleur noire. L'ouverture de la meule a eu lieu 75 jours après le traitement.

Le détail des dates de traitement et périodes d'utilisation est rapporté dans le tableau 10.

Tableau 10 : Dates des traitements et période d'utilisation de la paille.

Nature de la paille	Provenance de la paille	Nombre de bottes	Date de traitement	Période d'utilisation
PTU	Khababa(Sétif)	180	12/07/2006	Janvier–Mai 2007
PTU	Khababa (Sétif)	106	03/03/2007	Juin- Septembre 2007
PTU	Khababa (Sétif)	140	10/05/2007	Octobre- Décembre 2007

2.1.2. Le foin de luzerne

Le foin de luzerne (*Medicago sativa*) utilisé provient de la ferme SIFACO (Chebli, wilaya de Blida). La culture de luzerne est conduite en sec, sans apport de fumure. Elle est récoltée au premier cycle, début floraison, au mois de Mai 2006, séchée au soleil et conditionnée en bottes d'un poids moyen de 16 kg.

2.2. Les aliments de complémentation

2.2.1. Le concentré

Le concentré utilisé est composé de 78 % de maïs broyé, de 10 % de tourteau de soja, 10% de son de blé dur, 1 % de complément minéral vitaminé et de 1% de chlorure de sodium.

Il provient d'une fabrique d'aliment de bétail (Etablissement DEKAR, Sétif). Le tableau 11 rapporte sa composition chimique et sa valeur nutritive obtenues par calculs à partir des tables de l'INRA France (1988). (Le détail des calculs est consigné dans l'annexe 1 et 2).

Tableau 11 : Composition chimique et valeur nutritive d'un kg de concentré utilisé.

MS (%)	% MS			UFL/kg	MAD g/kg	PDIN g/kg	PDIE g/kg
	MM	MO	MAT	MS	MS	MS	MS
86.63	4.78	95.22	15.02	1.2	104.9	113.34	127.98

2.2.2. Minéraux et vitamines

Pour couvrir leurs besoins en minéraux, les animaux reçoivent à volonté des blocs de minéraux. Deux types de blocs de 5 kg sont utilisés :

- le premier type est de marque "ZAD" dont la composition figure dans le tableau 12. Chaque bloc pèse 5kg.

Tableau 12 : Composition chimique des blocs de minéraux.

Eléments	Teneurs
Sodium	38%
Magnésium	970 mg/kg
Cuivre	300 mg/kg
Cobalt	40 mg/kg
Iode	50 mg/kg
Manganèse	860 mg/kg
Zinc	800 mg/kg
Fer	3850 mg/kg
Sélénium	30 mg/kg

- Le deuxième type est de marque GUERANDE P5 au jus d'algues (ZITOFERTIL) dont la composition est consignée dans le tableau 13.

Tableau 13 : Composition chimique des blocs de minéraux de type ZITOFERTILE

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Composition			
Macro éléments	(%)	Oligo éléments (ppm)	
Matières minérales	80	Zinc	2400
Calcium	12	Manganèse	2000
Phosphore	5.5	Fer	400
Magnésium	8		
Sodium	9		
Soufre	2.5		

Un complément polyvitaminique fabriqué par Cenavisa assure la complémentation en vitamines. Sa composition est rapportée dans le tableau 14.

Tableau 14 : Composition chimique d'un litre du complexe polyvitaminique.

Type de vitamine	Apport
vitamine A	1.000.000 UI
vitamine D3	420.000 UI
vitamine E	5.4 g
vitamine K3	8 g
vitamine B1	10 g
vitamine B2	9 g
vitamine B6	5 g
vitamine B12	0.25 mg
Vitamine C	3 g
Nicotinamide	15 g
Panthotinate de calcium	15 g
Biotine	0.12 g
Acide folique	5 g

3. Déroulement de l'essai

3.1. Conduite de l'alimentation

3.1.1. Alimentation des brebis

La ration de base est constituée de paille traitée à l'urée pour les lots 1 et 2 et de foin de luzerne pour le lot 3. La complémentation est assurée par un concentré identique avec des quantités différentes. La ration journalière est distribuée en deux repas : à 8 heures et à 15heures.

Les détails de la conduite de l'alimentation durant les différentes périodes sont regroupés dans le tableau 15.

Stade Physiologique		Aliment grossier			Concentré (g)			Eau et minéraux			vitamines		
		PTU (1)	PTU (2)	FL (3)	PTU (1)	PTU (2)	FL (3)	PTU (1)	PTU (2)	FL (3)	PTU (1)	PTU (2)	FL (3)
Flushing		A volonté			300	300	300	A volonté			2 ml de vitamine (A, D3, E) Par animal et par mois.		
Gestation	Les trois premiers mois				100	200	0						
	4 ^{ème} mois				200	300							
	5 ^{ème} mois				300	400							
Lactation	1 ^{er} mois	A volonté			400	500	0	A volonté			2 ml de vitamine (A, D3, E) Par animal et 2 fois par mois.		
	2 ^{ème} mois												
	3 ^{ème} mois												

Tableau 15 : Calendrier alimentaire des brebis durant l'essai.

(1) = lot1, (2)= lot2, (3)= lot3.

3.1.2. Alimentation des béliers

Quatre semaines avant et durant toute la période de lutte, les béliers ont bénéficié de 300 g de concentré/animal/jour et de paille de blé comme ration de base à volonté. En dehors de la période de lutte, les béliers sont maintenus à l'entretien par de la paille de blé distribuée seule.

3.2. Conduite de la reproduction

3.2.1. La synchronisation des chaleurs

La synchronisation des chaleurs a été choisie pour assurer une meilleure maîtrise de la conduite de l'alimentation aux différents stades physiologiques des animaux.

Nous avons utilisé la méthode décrite par l'INRA (1988) qui repose sur la mise en place dans le vagin de la brebis d'une éponge imprégnée de 40 mg de FGA. Une injection intramusculaire de PMSG (300UI) est réalisée au moment du retrait des éponges.

L'acétate de fluorogestone (FGA) contenu dans l'éponge est libéré dans la muqueuse vaginale empêchant toute apparition de chaleur et d'ovulation (action comparable à celle de la progestérone). L'injection intramusculaire de la gonadotrophine sérique de jument gravide (PMSG) au moment du retrait de l'éponge (14 jours après sa mise en place) stimule la croissance folliculaire, avance le début des chaleurs et augmente le taux d'ovulation (COGNIE, 1988).

Le matériel utilisé lors de l'opération est constitué de:

- Eponges vaginales imprégnées de 40 mg de FGA ;
- Injection intramusculaire de PMSG (300UI) ;
- Applicateur (tube + poussoir) ;
- Antiseptique (permanganate de potassium) pour la désinfection :
 - De toute la région vaginale ;
 - De l'applicateur entre chaque opération ;

La synchronisation a été effectuée dans la même journée pour les trois lots.

3.2.2. La mise au mâle

La monte naturelle est utilisée en lutte libre à raison de deux béliers/lot. Les béliers sont introduits 48 heures après le retrait des éponges et restent pendant deux jours avec les brebis. Quatorze jours après la 1^{ère} monte, les béliers sont réintroduits pour d'éventuels retours de chaleurs.

4. Mesures et calculs

4.1. Composition chimique des fourrages grossiers distribués.

La composition chimique des pailles traitées à l'urée et du foin de luzerne résulte d'analyses réalisées tous les mois sur des échantillons prélevés toutes les semaines puis cumulés (tableau 16). La valeur PDI de la PTU utilisée dans nos essais est tirée des travaux de CHABACA (1993) et celle du foin de luzerne est tirée des tables de l'INRA (1978).

Tableau 16 : Composition chimique des fourrages grossiers distribués.

	MS (%)	MM (%MS)	MO (%MS)	MAT (%MS)	CB (%MS)	PDIN g/kg MS	PDIE g/kg MS
PTU	81.60 ±9,17	7.47 ±1,11	83.67 ±1,60	13.34 ±3,71	44,89 ±4,01	190.96	83.85
FL	88.69 ±3,68	8.41 ±0,50	82.62 ±1,81	15.08 ±1,40	40,34 ±1,84	144.00	94.00

4.2. L'ingestibilité.

La mesure de l'ingestibilité (0.2g près) est effectuée en continu pendant tous les mois ; les quantités de matière sèche ingérées sont mesurées quotidiennement par pesée du distribué et du refus après détermination de la MS à l'étuve (QMSI= QMSD-QMSR).

Les résultats obtenus sont exprimés en g MSI/kg P^{0,75} /j.

4.3. Les quantités d'eau bue

Les quantités d'eau bue sont mesurées chaque jour par différence entre le distribué et le refus et exprimées en ml/j/animal ou en ml/j/kg p^{0.75}.

4.4. Pesées des animaux

4.4.1. Pendant la période de gestation

L'évolution du poids des animaux est déterminée par pesées régulières (±100g) qui ont lieu mensuellement, le matin à jeun. (Les détails des poids sont rapportés dans l'annexe 3).

4.4.2. Pendant la période de lactation

Les brebis sont pesées (±100g) le jour de la mise bas, puis chaque semaine pendant 6 semaines, puis mensuellement jusqu'au sevrage des agneaux. (Les détails des poids sont rapportés dans l'annexe 4).

Les agneaux sont pesés ($\pm 10g$) à la naissance puis chaque semaine jusqu'au sevrage qui est réalisé à trois mois d'âge.

4.5. La production laitière :

L'estimation de la production laitière est faite par pesée des agneaux avant et après tétée, la différence de poids nous donne la quantité de lait bue par l'agneau et une idée grossière de la production laitière.

L'opération est renouvelée 3 fois par jour (9h, 13h, 18h). La somme des 3 valeurs nous donne l'estimation journalière de la production laitière (RICORDEAU et al., 1960).

La période de la mesure est de 45 jours.

4.6. Le niveau alimentaire

La méthode d'évaluation du niveau alimentaire permis par les rations est consignée dans le tableau 17 :

Quantité de MOD (gkg P ^{0.75}) nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques d'entretien d'un mouton (INRA 78)	Quantité de MAD (gkg P ^{0.75}) nécessaire pour couvrir les besoins azotés d'entretien d'un mouton (INRA 78)	Valeur MOD	Valeur MAD	Niveau alimentaire pour l'énergie	Niveau alimentaire pour l'azote
26	2.52	CUDMOD X Composition en MO de l'aliment grossier considéré	CUDMAT X Composition en MAT de l'aliment grossier considéré	$\frac{MODI(gkg P^{0.75})}{26}$	$\frac{MADI(gkg P^{0.75})}{2.52}$

Tableau 17 : Evaluation des niveaux alimentaires (pour l'énergie et pour l'azote).

4.7. Le bilan nutritionnel

- Quantités d'UFL, de MAD et de PDI apportées par la ration

Les détails des calculs sont donnés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Quantités d' UFL, de MAD et de PDI apportées par la ration

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Quantité totale d'UFL apportée par la ration			Quantité totale de MAD apportée par la ration			Quantité totale de PDI apportée par la ration		
Besoin d'entretien (BE)	UFL total ingéré	UFL disponible pour la production	Besoin d'entretien (BE)	MAD total ingéré	MAD disponible pour la production	Besoin d'entretien (BE)	PDI total ingéré	PDI disponible pour la production
0.033 X P 0,75	BE X NAe	UFL (total ingéré) - BE	2.52 X p 0,75	BE X NAn	MAD (total ingéré) - BE	2.64 X p 0,75	BE X NAn	PDI (total ingéré) - BE

* 0.033 UFL est l'équivalent de 26g de MOD, c'est la quantité d'UFL nécessaire parKg p^{0.75} pour l'entretien d'une brebis en bergerie (INRA, 1978).

Pour produire 1Kg de lait, les besoins en MAD sont de :

- 89 MAD au 1^{er} mois de lactation.
- 104 MAD au 2^{ème} mois de lactation.
- 122 MAD au 3^{ème} mois de lactation.

-Energie et azote à fournir pour la croissance

-Pour l'énergie : 0,32 UFL par 100 g de gain (INRA, 1978).

0,25 UFL par 100 g de perte (INRA, 1978).

-Pour l'azote : 24 g de MAD par 100 g de gain ou de perte (INRA, 1978).

4.8. Estimation des paramètres de reproduction

Les performances de reproduction ont été évaluées selon les formules classiques suivantes :

$$* \text{ Taux de prolificité} = \frac{\text{Nombre d'agneaux nés}}{\text{Nombre des femelles mettant bas}} \times 100$$

$$* \text{ Taux de fertilité} = \frac{\text{Nombre des femelles mettant bas}}{\text{Nombre des femelles mises en reproduction}} \times 100$$

$$* \text{ Taux de fécondité} = \frac{\text{Nombre d'agneaux nés}}{\text{Nombre des femelles mises en reproduction}} \times 100$$

$$* \text{ Taux de mortalité} = \frac{\text{Nombre d'agneaux morts}}{\text{Nombre d'agneaux nés}} \times 100$$

B/ En atelier de digestibilité

1. Les animaux

Les mesures de la digestibilité sont effectuées sur trois mâles non castrés (le quatrième animal est mort durant l'essai) de race Ouled Djellal, âgés d'environ 18 mois et pesant entre 32 et 36 kg.

Les animaux sont déparasités avant le début de l'expérimentation avec un déparasitant de marque IVOMEK.

2. L'aliment

Il est composé de foin de luzerne seul.

Les bottes de foin de luzerne sont prélevées au hasard dans les meules du fourrage utilisé en bergerie.

3. Déroulement de l'essai

L'expérience est divisée en deux phases :

- une phase d'accoutumance au régime d'une durée de 21 jours pendant laquelle les animaux sont placés dans des boxes individuels et reçoivent du foin de luzerne à volonté répartis en deux repas (9h, 16h).

- une phase de mesure de la digestibilité d'une durée de 10 jours. Les animaux sont placés dans des cages à métabolisme où ils reçoivent leur ration habituelle aux mêmes horaires. Ils sont pesés la veille de la première récolte des fèces et à la fin de l'expérimentation (Schéma 2).

Ces deux phases sont séparées d'une phase d'adaptation de 2 jours aux cages à métabolisme.

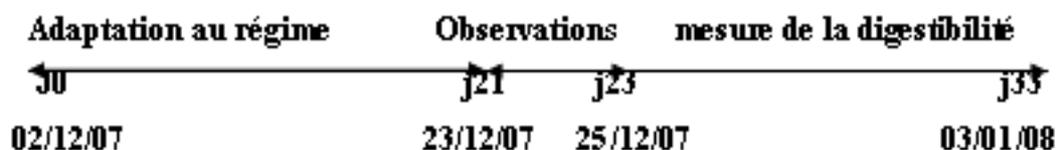


Schéma 2 : Déroulement de l'expérimentation de la mesure de la digestibilité.

4. Les mesures

4.1. Distribué et refus

Des échantillons du distribué (100 g) sont prélevés quotidiennement pour déterminer la MS puis cumulés, broyés et conservés en vue d'analyses chimiques.

Le prélèvement des refus est effectué selon le protocole indiqué dans le tableau 19.

Tableau 19 : Protocole de prélèvement des refus.

Quantité de refus constatée (g)	Prélèvement (g)
0 à 50	0
51 à 150	la totalité des refus
151 à 300	la moitié des refus
301 à 600	1/4 des refus

4.2. Les fèces

Une pesée des fèces a lieu chaque matin. Les échantillons souillés sont récoltés et pesés séparément. Un échantillon de 100 g parmi les fèces propres est prélevé et séché pendant 48h à 70°C puis conservé en vue d'analyses chimiques.

5. Les analyses chimiques

Toutes les analyses sont effectuées en triple. Elles portent sur la matière sèche, la matière organique, les matières azotées totales et les matières minérales pour le distribué, le refus et les fèces. La cellulose brute est analysée pour le distribué

5.1. La matière sèche

Elle est obtenue après dessiccation de 3 g d'échantillon broyé dans une étuve à 105 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

5.2. Les matières minérales

Elles sont obtenues après incinération de 3g d'échantillon, auparavant étuvé, dans un four à moufle à 550 °C pendant quatre heures. Le protocole de température employé est le suivant :

- à 200°C durant 1h30.
- à 550 °C durant 2h30.

5.3. Les matières azotées totales

L'azote total des fourrages grossiers distribués et refusés, des fèces et des urines est déterminé selon la méthode de KJEDHAL. Cette dernière comporte deux étapes :

5.3.1. La minéralisation :

Elle est réalisée sur 1 g d'échantillon pour l'aliment grossier distribué (le refusé et les fèces) et sur 5 ml d'urine de chaque animal avec l'acide sulfurique concentré (20 ml) à chaud en présence d'un catalyseur pendant 3 h, transformant ainsi l'azote organique en azote minéral.

5.3.2. La distillation du minéralisât

L'azote ammoniacal libéré par l'action d'une lessive de soude est récupéré dans l'acide borique à 4% puis titré par l'acide sulfurique (N/50). L'azote de l'échantillon est déterminé par l'expression :

$$N \text{ (g)} = V \times 280 \times 10^{-6} \times (250/20) \times (100/Y).$$

V : descente de la burette = volume de H₂SO₄ (ml) N/50.

Y : poids de l'échantillon ; 1 g de paille ; 5 ml d'urine.

Les résultats sont exprimés en MAT [6,25×N (g)] puis exprimé par 100 g de MS dans le cas des aliments grossiers et des fèces ou dans la totalité des urines émises.

5.4. La cellulose brute

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE. Par convention, elle représente le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives : l'une par une solution d'acide sulfurique, l'autre par une solution de soude. Ce résidu comprend une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicellulose ainsi qu'une petite quantité de matières minérales insolubles.

$$\text{Teneur en CB (\% MS)} = (A-B) \times 100 / (C \times \text{MS})$$

A : Poids du creuset + résidus après dessiccation.

B : Poids du creuset + résidus après incinération.

C : Poids de l'échantillon de départ

MS: matières sèches (%).

6. Méthodes de calcul

6.1. L'ingestibilité

L'ingestibilité est exprimée en g / j / kg P^{0,75}. Elle est mesurée durant toute la période de l'essai ; elle est déduite à partir de l'équation :

$$\mathbf{QMSI = QMSD - QMSR}$$

- QMSI : Quantité de matière sèche ingérée (g).
- QMSD : Quantité de matière sèche distribuée (g).
- QMSR : Quantité de matière sèche refusée (g).

6.2. Les matières minérales

Elles sont exprimées en % de la MS selon la formule suivante :

$$\text{MM (\% MS)} = (\text{poids de l'échantillon après incinération / poids sec}) \times 100.$$

6.3. La matière organique.

La matière organique est obtenue par différence entre la matière sèche et la matière minérale. Elle est exprimée en % de la MS.

$$\text{MO (\%MS)} = \text{MS (\%)} - \text{MM (\%MS)}.$$

6.4. La digestibilité apparente

La digestibilité apparente de la matière organique (MO) et de la matière azotée totale (MAT) des rations est déterminée selon l'équation suivante :

$$\text{CUD apparent (\%)} = \frac{\text{Quantité ingérée (g)} - \text{Quantité fécale (g)}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

C/ Etude des paramètres plasmatiques et du lait :

1. Les animaux :

L'étude porte sur cinq brebis par lot.

2. Prélèvements :

Les prises du sang ont été effectuées dans des tubes vacutainers héparinés, par ponction de la veine jugulaire, trois fois par jour (le matin à jeun, 2 heures et 8 heures après la distribution du premier repas). Le sang est aussitôt centrifugé à 3000 tours/ mn pendant 15 mn pour séparer le plasma des cellules sanguines à 20°C jusqu'au moment des dosages. Le plasma est ensuite conservé dans un congélateur.

Un échantillon représentatif du lait des brebis pour chaque lot est prélevé chaque semaine de lactation pendant six semaines dans des flacons conservées au congélateur.

3. Le dosage des paramètres plasmatiques et du lait :

Les dosages ont porté sur les protéines totales, l'urée plasmatique, la créatinine et les transaminases pour le sang et sur les protéines totales et l'urée pour le lait. Ils ont été réalisés avec des Kits de réactifs de marque « Biosystème » (Espagne) et à l'aide d'un spectrophotomètre UNICAM type « HeYIOS »Y). (Les protocoles de dosage figurent en annexes 5, 6, 7 et 8).

3.1. Les protéines totales :

3.1.1. Principe de la méthode :

Méthode de BIURET

Les protéines présentes dans l'échantillon réagissent avec les ions cuivre en milieu alcalin pour donner un complexe coloré quantifiable à une longueur d'onde de 545nm.

3.1.2. Calculs :

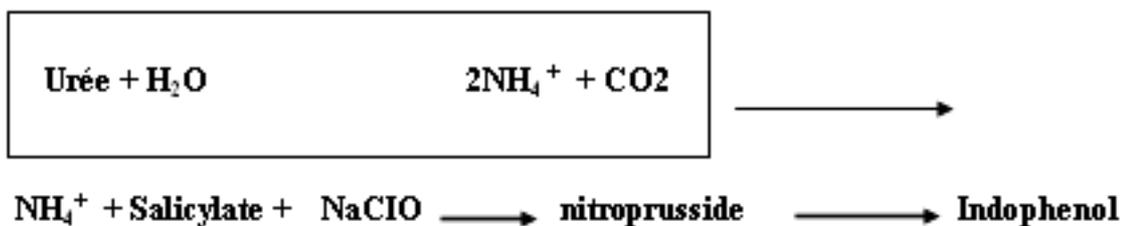
La concentration en protéine de l'échantillon exprimée en (g/l) est calculée selon la formule suivante.

$$[C] \text{ Échantillon} = (A \text{ échantillon} / A \text{ étalon}) \times C \text{ étalon}$$

3.2. L'urée

3.2.1. Principe de la méthode :

L'urée présente dans l'échantillon donne, selon les réactions décrites ci-dessous, un indophénol coloré quantifiable par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 600nm.



3.2.2. Calculs

La concentration en urée de l'échantillon exprimée en (g/l) est calculée selon la formule suivante.

$$[C] \text{ Échantillon} = \frac{A \text{ échantillon}}{A \text{ étalon}} \times C \text{ étalon} \times \text{Facteur de dilution échantillon}$$

3.3. La créatinine

3.3.1. Principe de la méthode

La créatinine présente dans l'échantillon réagit avec le picrate en milieu alcalin pour donner un complexe coloré. On mesure la vitesse de formation de ce complexe dans des périodes initiales courtes en évitant ainsi l'interférence d'autres composés.

La lecture de l'absorbance se fait à 500nm après 30 secondes (A1) et après 90 secondes.

3.3.2. Calculs

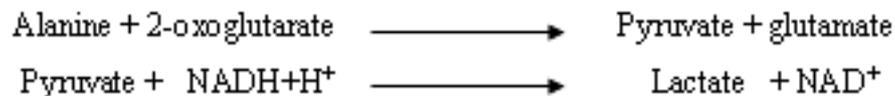
La concentration en créatinine de l'échantillon est calculée selon la formule suivante et est exprimée en ($\mu\text{mol/l}$).

$$[C] \text{ Échantillon} = [(A2-A1) \text{ échantillon} / (A2-A1) \text{ étalon}] \times [C \text{ étalon} \times \text{facteur de dilution échantillon}]$$

3.4. Les Transaminases plasmatiques

3.4.1. Principe de la méthode

L'alanine-aminotransférase (ALT ou GPT) catalyse le transfert du groupement amino de l'alanine au 2-oxoglutarate en formant le pyruvate et le glutamate. La concentration catalytique est déterminée en utilisant la réaction couplée de la lactate-deshydrogénase (LDH) à partir de la vitesse de disparition du NADH mesurée à 340nm.



3.4.2. Calculs

La concentration en ALT/GPT de l'échantillon est calculée selon la formule suivante et exprimée en (UI/L)

$$U/L = (A / \text{min}) \times (Vt \times 10^6) / \epsilon \times I \times VS$$

- « A/min » est l'accroissement moyen d'absorbance.
- « ϵ » est le coefficient d'extinction moléculaire du NADH à 340 nm, il est égal à 6300
- « I » est le trajet optique, il est de à 1cm,
- « Vt » est le volume réactionnel total, est de 1,05,
- « VS » le volume d'échantillon (VS) est de 0,1.

D/ Traitement statistique

Le traitement statistique des valeurs moyennes enregistrées a fait l'objet d'une ANOVA, suivies d'une comparaison de moyennes (test Newman-keuls) au seuil de probabilité ($p > 0,05$) Néanmoins, les calculs relatifs à la croissance des agneaux et à la production laitière, en raison de la faiblesse des effectifs ne sont présentés qu'à titre indicatif.

Chapitre 2 : Résultats et discussion

A. Digestibilité apparente des rations consommées par les brebis

La mesure de la digestibilité de la ration constituée du foin de luzerne est calculée au même niveau alimentaire chez les béliers à partir des données cumulées de la MSI enregistrées en bergerie durant toute la période d'essai chez les brebis.

La digestibilité des rations de PTU est calculée dans les mêmes conditions que le foin de luzerne. Les valeurs utilisées dans notre essai résultent des travaux réalisés par CHAUCHE et CHERIF (2007) et CHLIGHOUM et HAMZAOUI (2007).

Ces mesures permettent d'établir le bilan nutritionnel des brebis sans craindre que la digestibilité ne soit affectée par la variation du niveau alimentaire. Les résultats sont rapportés dans le tableau 20 et les détails figurent dans les annexes 9 et 10.

Tableau 20 : Digestibilité apparente de la MO et des MAT des rations consommées par les brebis durant l'essai.

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

	LOT 1 PTU				LOT 2 PTU				LOT3 FL
	100 [c]	200 [c]	300 [c]	400 [c]	200 [c]	300 [c]	400 [c]	500 [c]	
% [c] (Béliers)	8.46	17.03	25.59	45.2	17.03	25.59	45.2	56,5	0
% [c] (Brebis)	11.37 ± 8.11	13.35 ± 1.84	18.53 ± 0.88	54.80 ± 7.08	17.65 ± 4.58	20.36 ± 4.32	26.90 ± 2.76	56.95 ± 7.57	0
dMO % (RT)	67.67 ± 2.85	65.87 ± 2.12	64.47 ± 1.36	62 ± 4.22	65.87 ± 2.12	64.47 ± 1.36	62 ± 4.22	62,84 ± 1.33	52,49 ± 0.93
dMAT % (RT)	54.9 ± 3.64	52.94 ± 1.62	47.59 ± 1.51	51,72 ± 3.05	52.94 ± 1.62	47.59 ± 1.51	51.72 ± 3.05	54,62 ± 1.06	69,35 ± 0.38
P 0,75 (kg) (brebis)	16,70 ± 1,17	18.25	19.42	15,38 ± 0,84	19,22 ± 1,42	21.45	22.23	16,86 ± 0,68	22,33 ± 1,96
P 0,75 (kg) (béliers)	18.83	19.23	18.77	19.93	19.23	18.77	19.93	20.55	14.91
MOD (brebis) (g/j/animal)	631.31 ± 102.80	736.93 ± 90.62	790.59 ± 36.84	575.76 ± 42.63	612.96 ± 89.75	727.82 ± 114.70	695.84 ± 62.06	668.23 ± 592.87 ± 70.01	592.87 ± 70.01
MOD (béliers) (g/j/animal)	617.40	601.25	591.05	625.55 ± 42.63	601.25	591.05	625.55 ± 42.63	685.86	475.76
MAD (brebis) (g/j/animal)	69.45 ± 8.98	72.62 ± 8.49	74.01 ± 3.24	91.58 ± 21.42	68.39 ± 8.76	67.47 ± 9.87	73.17 ± 5.97	109.79 ± 24.11	142.12 ± 21.45
MAD (béliers) (g/j/animal)	43.67	45.51	44.11	55.07	45.51	44.11	55.07	65.27	104.73
NAe (brebis)	1,45 ± 0,18	1,55 ± 0,19	1,57 ± 0,07	1,44 ± 0,29	1,23 ± 0,12	1,31 ± 0,21	1,20 ± 0,11	1,11 ± 0,04	1.02 ± 0.10
NAe (béliers)	1.26	1.21	1.23	1,36	1.21	1.23	1.36	1,45	1,23
Nan (brebis)	1,65 ± 0,17	1,58 ± 0,18	1,51 ± 0,07	2,36 ± 0,51	1,41 ± 0,14	1,25 ± 0,18	1,31 ± 0,11	2,59 ± 0,59	2.52 ± 0.30
Nan (béliers)	0.92	0.94	0.93	1.04	0.94	0.93	1.04	1.21	2,53

Il est à noter que les niveaux alimentaires des brebis sont légèrement supérieurs à ceux des béliers, ce qui pourrait influencer le bilan nutritionnel des brebis ; néanmoins nous l'avons utilisé pour calculer ce bilan.

Les résultats montrent que la dMO des rations PTU reste constante quelque soit la dose de concentré utilisée. Par contre, il est observé une baisse de 10 % de la dMAT à la dose de 300 g de concentré.

B. Quantité de matière sèche ingérée (MSI) et les quantités d'eau bue

1. la période de gestation

1.1. Quantité de matière sèche ingérée (MSI)

Les quantités de MSI de paille traitée à l'urée et de foin de luzerne seuls durant la gestation sont consignées dans le tableau 21 et illustrées par la figure 5.

1.1.1. Durant les 3 premiers mois de gestation

Les quantités de matière sèche moyennes volontairement ingérées du fourrage grossier seul durant cette phase sont statistiquement différentes entre les lots ; elles s'établissent à environ 60, 48 et 56g/kg P^{0,75} respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3.

La PTU dans nos essais est mieux consommée que celle couramment observée dans les pays du Nord de la Méditerranée (39 g/kg P^{0,75} sur 40 valeurs répertoriées par ABAR et BABACI, 1998) ; l'adaptation des animaux dès le jeune âge à consommer de la paille pourrait être une explication.

Dans ces conditions, un développement plus important de la capacité du stockage du ruminant est observé (XANDE, 1978).

Tableau 21 : Quantités de MSI de PTU, du foin de luzerne et quantités d'eau bue des 3 lots durant la gestation.

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

	Dates	p0.75	MSI (g/j/ A) Fgs	RT	%[c] dans la RT	MSI (g/j/ p0.75) fgs	RT	Eau bue ml/j/ A	ml/j/p0.75	Eau bu (fgs) (g)
L O T 1	(1 ^{er} mois)	15,85	848,92± 1710,93	7,73± 1197,28	18,7,28	53,57	65,24	2547,92± 7470,68	47,3838	
	(2 ^{ème} mois)	16,74	924,39± 1560,53	13,02± 156,23	55,21	60,38	2507,50± 4969,72	29,2784		
	(3 ^{ème} mois)	17,50	1257,31± 1664,87	13,94± 166,47	71,82	76,78	2538,75± 7245,07	41,5808		
	moyenne des 3prem mois	16,7± 0,68	10,21± 2411,29	2,56± 280,35	860,20± 12,85	57,47± 12,55	2,39± 669,88	40,2477± 1		
	(4 ^{ème} mois)	18,25	1145,96± 1628,30	13± 267,89	62,81	70,33	2639,58± 4044,67	22,2135		
	(5 ^{ème} mois)	19,42	1145,36± 663,58	13,36± 247,98	58,98	69,95	3652,42± 7128,40	36,6821		
	moyenne des 4è et 5è mois	18,84± 0,15	5,66± 1232,26	3,7± 268,49	460,286± 7,02	70,13± 13,15	2,30± 766,63	37,2378± 0		
	Moyenne des 5 mois	17,56± 1,26	4,93± 2120,95	5,05± 259,03	760,47± 10,86	68,54± 13,78	2,03± 767,78	39,2177± 1		
L O T 2	(1 ^{er} mois)	18,28	804,06± 831,82	6,41± 821,08	43,98	56,14	3003,33± 7034,92	38,5077		
	(2 ^{ème} mois)	19,10	823,17± 1399,65	13± 1347,05	43,10	52,17	3020,00± 5678,29	28,3378		
	(3 ^{ème} mois)	20,29	1129,53± 1560,21	7,9± 156,48	55,67	64,21	3035,71± 7829,93	38,2977		
	moyenne des 3prem mois	19,22± 0,98	8,92± 1961,09	5,4± 187,65	445,58± 8,68	57,51± 8,21	19,68± 674,35	35,5344± 1		
	(4 ^{ème} mois)	21,45	1059,06± 2131,86	9,5± 213,76	49,37	61,49	3212,86± 5749,16	26,3721		
	(5 ^{ème} mois)	22,23	953,54± 1193,40	10,6± 129,47	42,90	58,49	3707,37± 666,77	28,3894		
	moyenne des 4è et 5è mois	21,85± 0,19	5,44± 1730,93	3,5± 172,24	646,208± 8,55	59,96± 8,45	4,17± 652,74	28,3858± 1		
	Moyenne des 5 mois	20,28± 1,46	8,7± 1931,89	6,6± 205,29	546,98± 8,63	58,50± 8,21	9,24± 688,97	32,9150± 1		
L O T 3	(1 ^{er} mois)	21,69	1142,94± 1393,75	5,2± 165,05	52,69	61,47	4058,33± 883,78	40,3454		
	(2 ^{ème} mois)	22,49	1215,48± 582,52	0,2± 87,85	54,03	55,70	3809,44± 479,43	21,2313		
	(3 ^{ème} mois)	22,76	1377,12± 973,75	1,2± 97,05	60,51	60,51	3980,00± 870,48	38,2592		
	moyenne des 3prem mois	22,32± 0,42	4,18± 1132,40	2,2± 136,21	7,255,74± 5,79	59,23± 6,94	9,26± 765,98	34,9320± 0		
	(4 ^{ème} mois)	24,45	1501,52± 814,98	9,6± 268,87	61,42	60,01	4302,22± 3975,09	16,2487		
(5 ^{ème} mois)	25,73	1560,99± 595,09	7,7± 27,64	60,67	58,68	5224,73± 1223,08	47,3235			
moyenne des 4è et 5è mois	25,10± 0,65	3,75± 764,88	7,2± 27,00	9	61,04± 2,87	59,33± 14,77	10,04± 102,76	38,3112± 0		

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

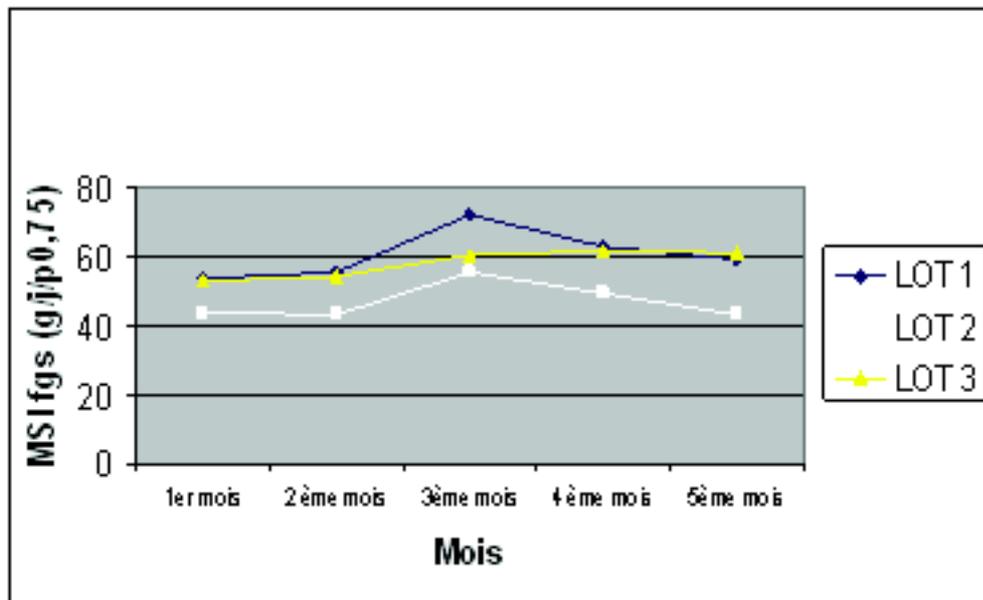


Figure 5 : Evolution de l'ingéré de la PTU et du FL seuls des trois lots durant la gestation.

La différence de 21 % qui existe entre les brebis du lot 1 et celles du lot 2 serait due aux quantités plus élevées de concentré pour le lot 2 (100 g de plus). CHERMITI et NEFZAOU (1991) indiquent qu'un apport relativement élevé de concentré augmente les quantités de MSI de la paille non traitée et non celles des pailles traitées à l'urée. La consommation de ces dernières a plutôt tendance à diminuer dans la mesure où les besoins des microorganismes ne sont pas satisfaits en azote dégradable. Selon STRISKANDARAJAH et al. (1982), l'ingestion n'est pas stimulée par l'apport d'un concentré, et une consommation de concentré provoque une diminution de la consommation volontaire de fourrage (JARRIGE, 1988).

1.1.2. Durant le 4^{ème} et le 5^{ème} mois de gestation

Les quantités de matière sèche moyennement volontairement ingérées du fourrage grossier seul durant cette période sont diminuées d'environ 2 et 10 % respectivement pour les brebis du lot 1 et du lot 2 par rapport aux trois premiers mois de gestation.

La diminution de la consommation des fourrages en fin de gestation est classique. Elle est rapportée par plusieurs auteurs, notamment HADJIPIERIS et HOLMES, (1966) ; JOHNSON et al. (1966) et FEHR et al. (1971).

Elle pourrait s'expliquer en partie par la pression qu'exerce le développement du volume de l'utérus gravide sur le tube digestif (FORBES, 1970 et TISSIER et al., 1975) . En effet, les 2/3 de la croissance du fœtus s'effectuent durant cette phase (VERMOREL, 1988) ou par l'accroissement du taux d'œstrogènes au fur et à mesure que la gestation avance (FORBES, 1970), ou alors, à l'augmentation de la dose du concentré, ce qui, peut être, pourrait expliquer l'augmentation d'environ 9% de la MSI de la luzerne par les brebis du lot 3 ; ces dernières n'ayant pas reçu de concentré.

1.2. Les quantités d'eau bue

Les quantités d'eau consommées par les différents lots durant la gestation sont consignées dans le tableau 21 et illustrées par la figure 6.

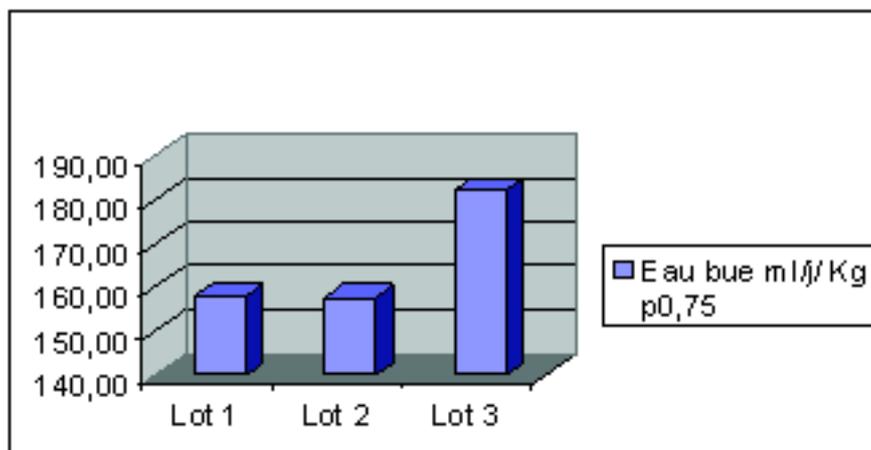


Figure 6: Moyennes de l'eau bue pour les trois lots durant la gestation

Exprimées en ml/j/kg p^{0.75}, la quantité d'eau bue est en moyenne de 157, 157 et 182 respectivement pour les lots 1, 2 et 3. Elle est significativement plus élevée pour les brebis du lot 3 par rapport à celles des lots 1 et 2.

Le taux élevé de MSI du foin ainsi que sa richesse en matières azotées par rapport à la PTU pourraient expliquer la forte consommation en eau du lot 3.

Pour la PTU, nos résultats sont élevés par rapport à ceux obtenus par BOULKEROUA et ZAZOUA (1992) (151 ml/j/kg p^{0.75}).

2. la période de lactation

2.1. Quantité de fourrage grossier seul ingérée

Les QMSI de la PTU et du FL durant les trois mois de lactation sont rapportées dans le tableau 22 et illustrées par la figure 7.

Lot	MSI (g/j/animal)				Eau bue (ml/animal)		
	Mois	g/j/animal	P ^{0,75}	g/j/P ^{0,75}	ml/j/animal	ml/j/P ^{0,75}	ml/g MSI
Lot 1 : PUT + 400 g [C]	5 mois de gestation (300g[C])	1064,93 ± 212,95	17,56	60,81	2783,03 ± 767,70	157,87	2,77
	1 ^{er} mois	811,26	16,55	49,02	7598,1	459,10	9,37
	2 ^{ème} mois	565,19	14,69	38,47	5113,1	348,07	9,05
	3 ^{ème} mois	728,22	14,90	48,87	4063,9	272,74	5,58
	x±δ	701,56± 125,18	15,38± 1,02	45,46± 6,05 a	5591,68± 1815,04	359,97± 93,74 a	8,00± 2,1 a
Lot 2 : PUT + 500 g [C]	5 mois de gestation (300 g[C])	953,87 ± 193,70	20,28	46,96	3199 ± 698,97	157,78	3,50
	1 ^{er} mois	691,72	17,81	38,84	9392,33	527,36	13,58
	2 ^{ème} mois	737,35	16,3	45,24	6250,00	383,43	8,48
	3 ^{ème} mois	872,41	16,48	52,94	4794,44	290,92	5,50
	x±δ	767,16± 93,96	16,86± 0,82	45,67± 7,06 a	6812,26± 2349,95	400,57± 119,15 a	9,18± 4,1 a
Lot 3 : FL	5 mois de gestation	1360,94 ± 185,18	23,44	57,88	4281,24 ± 964,47	182,21	3,16
	1 ^{er} mois	1018,67	20,95	48,63	8950,83	427,27	8,787
	2 ^{ème} mois	1270,34	20,17	62,98	8716,67	432,16	6,862
	3 ^{ème} mois	1434,44	20,41	70,28	5566,67	272,74	3,88
	x±δ	1241,15± 209,15	20,51± 0,40	60,63± 11,02 a	7744,72± 1889,90	377,39± 90,66 a	6,48± 0,80 a

Tableau 22: Quantité de MSI des fourrages grossiers seuls et les quantités d'eau bues durant la lactation

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

Les quantités moyennes de matière sèche ingérées des fourrages grossiers seuls s'établissent à 45; 45 et 60g/j/P^{0.75} respectivement pour les lots 1; 2 et 3.

Globalement, les QMSI augmentent avec le mois de lactation. Elles sont de 49 ; 39 et 49 g/j/kgP^{0.75} au premier mois de lactation respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3 et de 49 ; 52 et 70 g/j/kgP^{0.75} au troisième mois. Ceci correspond aux observations de FORBES (1970) et TISSIER et al. (1975) qui notent une réduction de la consommation de fourrages grossiers au moment de la mise bas et une augmentation graduelle de la consommation par la suite.

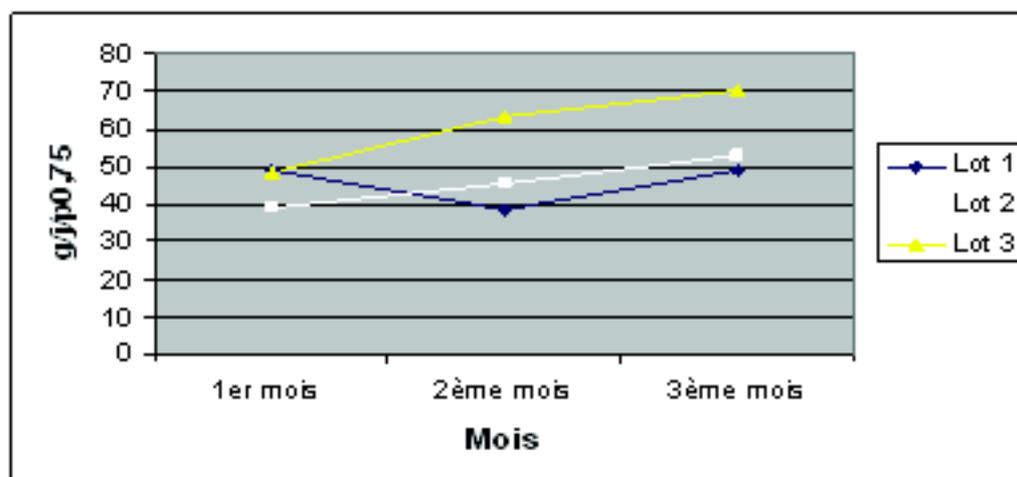


Figure 7 : Evolution des quantités moyennes de MSI durant la lactation.

La comparaison des QMSI de la PTU et du FL montre une plus forte consommation du foin de luzerne qui s'expliquerait par l'apport du concentré chez les brebis du lot1 et du lot 2 (400 et 500g soit 54 et 56 % de la ration totale) contre 0g pour les brebis du lot 3.

Les quantités de MSI de PTU sont inférieures à celles enregistrées par NAÏT ATMANE (1999) (55g MSI/kg p^{0.75}) et CHERMITI (1994) (67g MSI/kgp^{0.75}), alors qu'elles se rapprochent de celles de GUESSOUS et RIHANI (1992) et YAKHLEF (2003) (47 g MSI/kg p^{0.75}).

Pour le foin de luzerne, la quantité moyenne de MSI est comparable à celle obtenue par CAJA et al. (2002) (68 g MSI/ kg^{0.75}).

Nos résultats sont moins élevés que ceux obtenus par CHAOUCHÉ et CHERIF (2007) lors d'un essai précédent (55; 49et 66 g/j/kgp^{0.75} respectivement pour les lots 1; 2 et 3). Ces différences pourraient trouver leur origine dans les facteurs de l'environnement, essentiellement la température. Les résultats rapportés par ces derniers sont relatifs à une lactation d'hiver et les nôtres à une lactation qui s'est déroulée en été.

En période fraîche, les besoins d'entretien sont augmentés par l'agression des basses températures d'où une augmentation de l'ingestion. Par contre, en été, les animaux ayant des difficultés de thermolyse perdent de leur appétit d'où une baisse de consommation (MORAND-FEHR et DOREAU, 2001).

2.2. Quantité d'eau bue

Les quantités d'eau bues durant la lactation sont rapportées dans le tableau 22 et illustrées par la figure 8.

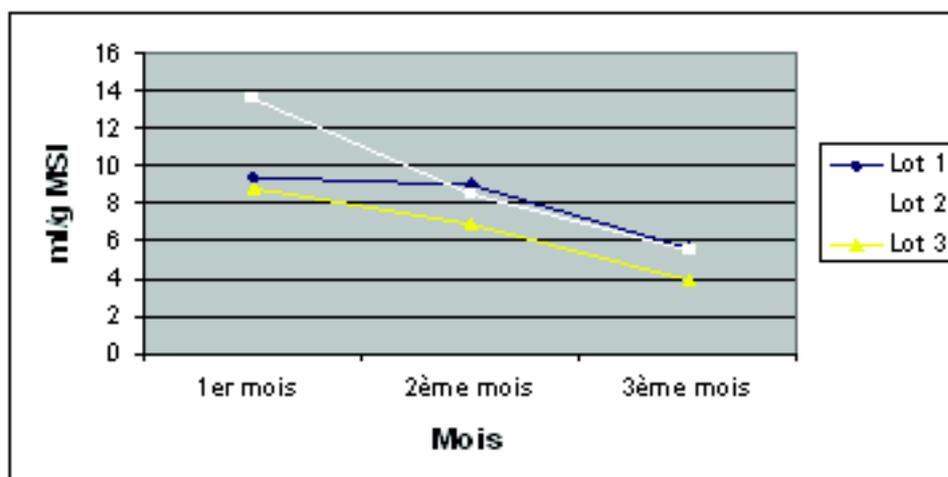


Figure 8: Evolution des quantités moyennes journalières d'eau bues par gramme de MSI.

Ces quantités sont de 8 ; 9 et 6 ml/g MSI respectivement pour le lot 1 ; le lot 2 et le lot 3. Cette consommation est statistiquement comparable pour les trois lots. Les deux fourrages sont riches en azote (16,7 % pour PTU et 15,71% pour FL) ; cependant, il existe une différence de 33 et de 30% en faveur des brebis du lot 1 et du lot 2. Celle-ci serait due à la nature de l'azote. En effet, l'azote des PTU est plus labile et l'élimination de l'excès d'azote de l'organisme est probablement le facteur explicatif de cette consommation d'eau.

C. Bilan nutritionnel des brebis durant la gestation et la lactation

1. La gestation

1.1. Résultats

Les résultats des bilans nutritionnels énergétiques et azotés des brebis durant toute cette période sont consignés dans les tableaux 23,24 et 25 et les détails en annexes 11 et 12.

1.1.1. Période de début de gestation (0 – 3 mois)

Le poids métabolique moyen durant cette période est de 16,70 ; 19,22 et 22,32 respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3.

Les UFLI sont respectivement de 0,80 ; 0,78 et 0,76 pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3 et les MADi sont respectivement de 69,46 ; 68,39 et 132,79g.

Après couverture des besoins d'entretien, les quantités d'UFLI disponibles pour la production sont de 0,25 ; 0,14 et 0,02 respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3 ce qui a permis un GMQ théorique respectif de + 78,21 ; + 44,79 et + 6,30 g/j.

Les quantités moyennes de MADi disponibles pour la production sont de 27,38 ; 19,95 ; et 76,55 g respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3 ce qui a permis un GMQ théorique respectif de 104,07 ; 83,12 et 318,97 g/j.

Le GMQ réel réalisé durant cette période est de 64,26 ; 92,59 et 63,89 g/j respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3. Ces performances sont statistiquement différentes à celles permises par les UFLI et les MADi.

1.1.2. Durant le 4^{ème} mois de gestation

Les quantités des UFLI durant ce mois augmentent de + 17 % chez les brebis du lot 1 et du lot 2 ; par contre, elles restent stables pour celles du lot 3.

Les quantités de MADi restent plus moins stables pour les brebis du lot 1 et du lot 2 et augmentent en revanche de 19 % chez les brebis du lot 3 par rapport à la période précédente de gestation (0 à 3 mois).

Le GMQ réel réalisé durant cette période est de 86,11 ; 142,22 et 215 g/j respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3.

1.1.3. Durant le 5^{ème} mois de gestation

Durant ce mois, les quantités d'UFLI restent stables pour les brebis des lots 2 et 3 par rapport au 4^{ème} mois de gestation alors que pour les brebis du lot 1, les UFLI augmentent de 6 %.

Les MADi restent stables pour les brebis du lot 1. Par contre, elles progressent légèrement (8 et 10 %) respectivement pour celles des lots 2 et 3.

Le GMQ réel réalisé durant cette période est de 138,89 ; 96,67 et 166,67 g/j respectivement pour les brebis du lot 1 du lot 2 et du lot 3.

Période	P ^{0,75}	Apports			Besoins d'entretien			Besoins de gestation			Besoins totaux			Bilan			GMQ théorique			GMQ réel (g/j)
		UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	
1 ^{er} mois	15.85	0.74	67.00	94.85	0.52	39.93	41.83	/	/	/	0.52	39.93	41.83	0.21	27.07	52.75	66.70	11280	23976	4.44
2 ^{ème} mois	16.74	0.72	61.95	88.32	0.55	42.19	44.20	/	/	/	0.55	42.19	44.20	0.16	19.76	44.12	51.09	8233	20054	10111
3 ^{ème} mois	17.30	0.95	79.41	116.13	0.58	44.11	46.21	/	/	/	0.58	44.11	46.21	0.37	35.30	69.92	11683	14709	31783	87.22
Moyenne des 3 mois	16.70 ± 0.68	0.80 ± 0.16	69.46 ± 12.53	99.68 ± 19.43	0.55 ± 0.02	42.08 ± 1.72	44.08 ± 1.80	/	/	/	0.55 ± 0.02	42.08 ± 1.72	44.08 ± 1.80	0.25 ± 0.15	27.38 ± 11.97	55.60 ± 18.72	78.21 ± 46.85 a	114.07 ± 49.89 b	252.71 ± 85.08 c	64.26 ± 52.3 a
4 ^{ème} mois	18.25	0.94	72.62	117.92	0.60	45.98	48.17	0.15	11.49	12.04	0.75	57.47	60.21	0.18	15.15	57.71	57.10	63.13	26231	86.11
5 ^{ème} mois	19.42	1.00	74.01	128.96	0.64	48.94	51.27	0.32	24.47	25.63	0.96	73.41	76.90	0.04	0.60	52.05	13.17	2.51	23660	13889
Moyenne des 2 mois	18.83 ± 0.83	0.97 ± 0.05	73.32 ± 0.98	123.44 ± 7.80	0.62 ± 0.03	47.46 ± 2.09	49.72 ± 2.19	0.24 ± 0.12	17.98 ± 9.17	18.84 ± 9.61	0.86 ± 0.15	65.44 ± 11.27	68.56 ± 11.8	0.11 ± 0.10	7.88 ± 10.29	54.88 ± 4.0	35.14 ± 31.08 a	32.82 ± 42.86 a	249.46 ± 18.18 c	112.50 ± 37.32 b
Moyenne des 5 mois	17.55 ± 1.37	0.87 ± 0.13	71.00 ± 6.71	109.24 ± 17.00	0.58 ± 0.05	44.23 ± 3.46	46.34 ± 3.63	0.09 ± 0.14	7.19 ± 10.87	7.54 ± 11.38	0.67 ± 0.18	51.42 ± 14.06	53.87 ± 14.73	0.19 ± 0.12	19.58 ± 13.07	55.31 ± 9.51	60.98 ± 37.25 a	81.57 ± 54.46 b	251.42 ± 43.23 c	83.55 ± 49.12 b

a, b c : sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 23 : Bilan nutritionnel des brebis du lot 1 durant la période de gestation

Période	P ^{0,75}	Apports			Besoins d'entretien			Besoins de gestation			Besoins totaux			Bilan			GMQ théorique			GMQ réel (g)
		UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	
1 ^{er} mois	18,28	0,73	66,34	95,64	0,60	46,07	48,27	/	/	/	0,60	46,07	48,27	0,12	20,26	47,37	38,92	84,42	215,30	38,89
2 ^{ème} mois	19,10	0,70	60,84	90,95	0,63	48,13	50,42	/	/	/	0,63	48,13	50,42	0,07	12,71	40,53	20,89	52,96	184,21	96,67
3 ^{ème} mois	20,29	0,91	78,00	116,55	0,67	51,13	53,56	/	/	/	0,67	51,13	53,56	0,24	26,87	62,99	74,54	111,97	286,30	142,22
Moyenne des 3 mois	19,22 ± 0,83	0,78 ± 0,13	68,39 ± 10,25	101,04 ± 15,50	0,63 ± 0,03	48,44 ± 2,09	50,75 ± 2,18	/	/	/	0,63 ± 0,03	48,44 ± 2,09	50,75 ± 2,18	0,14 ± 0,11	19,95 ± 9,34	50,29 ± 14,30	44,79 ± 35,0 a	83,12 ± 38,91 b	228,60 ± 64,98 c	92,39 ± 51,79 b
4 ^{ème} mois	21,45	0,92	67,47	121,75	0,71	54,05	56,63	0,18	13,51	14,16	0,88	67,57	70,79	0,04	-0,10	50,96	12,17	-0,43	231,63	142,22
5 ^{ème} mois	22,23	0,88	73,17	124,02	0,73	56,02	58,68	0,37	28,01	29,34	1,10	84,02	88,02	-0,22	-10,85	35,99	-67,85	-45,22	163,60	96,67
Moyenne des 2 mois	21,84 ± 0,55	0,90 ± 0,03	70,32 ± 4,03	122,88 ± 1,61	0,72 ± 0,02	55,04 ± 1,39	57,66 ± 1,45	0,27 ± 0,13	20,76 ± 10,25	21,75 ± 10,74	0,99 ± 0,15	75,80 ± 11,64	79,41 ± 12,19	-0,09 ± 0,18	-5,48 ± 7,60	43,48 ± 10,38	-27,84 ± 56,58 a	-22,83 ± 31,67 a	197,61 ± 48,11 c	119,44 ± 32,21 b
Moyenne des 5 mois	20,27 ± 1,37	0,83 ± 0,11	69,16 ± 8,60	109,78 ± 15,83	0,67 ± 0,05	51,08 ± 4,09	53,51 ± 4,29	0,11 ± 0,16	8,30 ± 12,47	8,70 ± 13,07	0,78 ± 0,21	59,38 ± 16,17	62,21 ± 16,94	0,05 ± 0,17	9,78 ± 15,28	47,57 ± 10,40	15,73 ± 52,49 a	40,74 ± 63,67 b	216,21 ± 47,28 d	103,33 ± 42,62 c

a, b, c, : sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 24 : Bilan nutritionnel des brebis du lot 2 durant la période de gestation

Période	P ^{0,75}	Apports			Besoins d'entretien			Besoins de gestation			Besoins totaux			Bilan			GMQ théorique			GMQ réel (g)
		UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	UFL	MAD (g)	FDI (g)	
1 ^{er} mois	21,69	0,82	133,28	131,83	0,72	54,67	57,27	/	/	/	0,72	54,67	57,27	0,11	78,61	74,56	32,88	327,56	338,90	58,33
2 ^{ème} mois	22,49	0,70	147,62	119,06	0,74	56,69	59,39	/	/	/	0,74	56,69	59,39	-0,04	90,93	59,67	-11,89	378,88	271,24	100,00
3 ^{ème} mois	22,76	0,74	117,47	129,45	0,75	57,35	60,09	/	/	/	0,75	57,35	60,09	-0,01	60,11	69,36	-2,10	250,48	315,29	33,33
Moy des 3 mois	22,32 ± 0,46	0,76 ± 0,10	132,79 ± 18,12	126,78 ± 13,62	0,74 ± 0,02	56,24 ± 1,15	58,91 ± 1,20	/	/	/	0,74 ± 0,02	56,24 ± 1,15	58,91 ± 1,20	0,02 ± 0,11	76,55 ± 18,37	67,87 ± 13,89	6,30 ± 32,98 a	318,97 ± 76,53 c	308,48 ± 63,13 c	63,89 ± 33,68 b
4 ^{ème} mois	24,45	0,81	158,17	141,14	0,81	61,60	64,54	0,20	15,40	16,13	1,01	77,01	80,67	-0,20	81,17	60,47	-62,70	338,20	274,87	215,00
5 ^{ème} mois	25,73	0,85	174,72	146,73	0,85	64,83	67,92	0,42	32,42	33,96	1,27	97,25	101,88	-0,43	77,47	44,85	-132,81	322,81	203,88	166,67
Moy des 2 mois	25,09 ± 0,91	0,83 ± 0,03	166,46 ± 11,70	143,94 ± 3,95	0,83 ± 0,03	63,22 ± 2,28	66,23 ± 2,39	0,31 ± 0,16	23,91 ± 12,03	25,05 ± 12,60	1,14 ± 0,19	87,13 ± 14,31	91,28 ± 15,0	-0,31 ± 0,16	79,32 ± 2,61	62,66 ± 11,04	-97,76 ± 49,38 a	330,50 ± 10,89 d	239,37 ± 50,20 c	190,83 ± 34,18 b
Moy des 5 mois	23,42 ± 1,63	0,79 ± 0,06	146,25 ± 22,09	133,64 ± 10,74	0,77 ± 0,05	59,03 ± 4,11	61,84 ± 4,31	0,13 ± 0,19	9,56 ± 14,41	10,02 ± 15,10	0,90 ± 0,24	68,59 ± 18,40	71,86 ± 19,27	-0,11 ± 0,21	77,66 ± 11,15	61,78 ± 11,33	-35,32 ± 64,34 a	323,59 ± 46,46 d	280,83 ± 51,50 c	114,67 ± 75,46 b

a, b, c, : sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 25 : Bilan nutritionnel des brebis du lot 3 durant la période de gestation

1.2. Discussion

1.2.1. Période de début de gestation (0 – 3 mois)

Cette période correspond au début de la gestation. La croissance pondérale du fœtus est négligeable durant cette période (11g/j) ou 11 % du poids à la naissance et les brebis sont généralement alimentées au niveau des besoins d'entretien (JARRIGE, 1988).

Au début de la gestation, le rapport UFL/BE est en moyenne de 1,45 ; 1,24 et 1,02 respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3. La part du concentré dans cet apport est de 16 et 27 % pour les lots 1 et 2.

Pour l'azote, le rapport MADI/BE est de 1,65 ; 1,41 et 2,36 et celui PDI/BE est de 2,62 ; 1,99 et 2,15. La part du concentré dans cet apport est de 16 et 27 % pour les lots 1 et 2.

L'ingéré azoté disponible pour le croît estimé en système PDI, contrairement aux MADI permet un GMQ théorique moyen de l'ordre de 252 ; 228 et 308g/j respectivement pour le lot1, le lot 2 et le lot 3.

Le GMQ moyen réalisé durant la période 0-3 mois où le poids du fœtus a un impact négligeable sur le poids de la mère est de 64,26 ; 93,59 et 63,89g/j respectivement pour le lot1, le lot 2 et le lot 3.

Globalement, la réponse au niveau alimentaire des différents régimes est satisfaisante pour l'énergie pour le lot 1 (GMQ théorique de 78,21 contre un GMQ réel de 64) ; néanmoins, elle est faible pour les lots 2 et 3 (GMQ théorique de 44,79 et 6,30 g/j contre un GMQ réel de 93 et 64 g/j respectivement pour les brebis des lots 2 et 3).

Par contre, pour l'azote exprimé en MAD, le GMQ théorique est franchement supérieur au GMQ mesuré pour les lots 1 et 3 (GMQ théorique de 114,07 ; 83,12 et 318,97 g/j respectivement pour les brebis des lots 1, 2 et 3).

Il semble donc que le système MAD utilisé dans notre essai ne rend pas bien compte des quantités en acides aminés réellement absorbées dans l'intestin grêle qui représentent la valeur azotée réelle des aliments. Les acides aminés ont deux origines : ils peuvent être fournis par les protéines alimentaires non dégradées dans le rumen ou par les protéines microbiennes (JARRIGE, 1988). Ils dépendent d'une part, de la quantité d'azote ingérée et de sa fermentiscibilité dans le rumen, et d'autre part, de la quantité de MODI disponible et de la bonne synchronisation entre la formation de l'ammoniac et la fourniture d'énergie aux micro organismes du rumen.

Cependant, les calculs effectués en PDI ne rend pas mieux compte de la valeur azotée des fourrages puisque le GMQ théorique calculé par ce système, pour la période 0-3 mois est de 252,71 ; 228,60 et 308,48g/j contre 64 ; 93 et 64 g/j respectivement pour les brebis des lots 1, 2 et 3). Sur cette base, le système PDI surestime la valeur azotée de régime.

1.2.2. Période de fin de gestation (4-5 mois)

Cette période critique de la reproduction correspond sur le plan physiologique au développement rapide du fœtus.

La croissance du fœtus s'effectue pour l'essentiel (80 % environ) au cours du dernier tiers de gestation (INRA, 1978). Selon CRAPLET et THIBIER (1984), le croît journalier serait d'environ 52 g/j au quatrième mois de gestation et 94 g/j au cinquième mois contre 11g/j durant les trois premiers mois. Cette croissance s'accompagne d'une évolution de l'anatomie, de la proportion des différents tissus et de la composition chimique du fœtus. La proportion de l'eau diminue, les teneurs en protéines, en lipides et en minéraux augmentent.

Sur le plan nutritionnel, les dépenses énergétiques de gestation correspondent à l'énergie fixée par le ou les fœtus, le placenta, les annexes, la paroi utérine, la glande mammaire et au métabolisme propre du/ou des fœtus et des annexes (INRA, 1978).

C'est au dernier tiers de la gestation que les besoins sont plus élevés (VERMOREL, 1988). En effet, c'est durant cette période que l'essentiel de la croissance est effectuée (80% du poids total de l'agneau à la naissance selon JARRIGE (1978).

Durant cette phase, la part du concentré dans l'apport énergétique de la ration des deux premiers lots s'établit à 25 et 39 % respectivement pour le lot 1 et le lot 2 alors qu'elle est nulle pour le lot 3. La part de l'azote exprimé dans le système MAD s'établit à 30 et 43 % et à 19 et 27 % lorsqu'elle est exprimée dans le système PDI.

Les rapports UFLI/BE, MADI/BE et PDI/BE sont en moyenne de 1,13 ; 0,91 et 0,83 pour l'énergie et de 1,12 ; 0,93 et 1,91 pour les MAD et enfin de 1,80 ; 1,55 et 1,58 pour les PDI respectivement pour les lots 1, 2 et 3.

Dans ces conditions d'alimentation, le GMQ réalisé durant cette phase est de 112,50 ; 119,44 et 190,83 g/j contre un GMQ théorique permis par les UFLI de 35,14 ; -27,84 et -97,76 g/j respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3 et de 32,82 ; -22,83 et 330,50 g/j pour les MADI.

Encore une fois, l'utilisation du système MAD apparaît difficilement appréciable dans nos calculs. Cependant, le gain réel plus élevé, observé dans notre essai pourrait être dû à une meilleure utilisation de l'azote par les femelles gestantes. En effet, les femelles gestantes sont douées de larges facultés anabolisantes qui leurs permettent de retenir au cours de la gestation beaucoup plus d'azote que n'exige la constitution du fœtus et des annexes (DELAGE, 1974). Ainsi la combinaison d'une meilleure utilisation de l'azote et de l'énergie disponibles pourrait permettre un croît plus élevé. Cependant, les calculs effectués dans le système PDI permettent un GMQ moyen théorique de 249,46 ; 197,61 et 239,37g/j respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3. Sur cette base, encore une fois, le système PDI surestime la valeur azotée des régimes mais ne fait pas apparaître de déficit azoté du régime comme c'est le cas pour les MAD.

Conclusion :

Pendant toute la période de gestation, les GMQ réels enregistrés (84,104 et 114 respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3) sont statistiquement différents ($p < 0,05$) aux GMQ théoriques permis par les UFL et ceux permis par l'azote.

Comme pour les 3 premiers mois de gestation et en fin de gestation, le système PDI surestime les valeurs azotées des régimes. Cependant, il faut noter que les valeurs PDI utilisées dans nos essais sont empruntées à CHABACA (1993) pour la PTU et à l'INRA (1978) pour le foin de luzerne.

La surestimation des valeurs azotées dans les deux systèmes MAD ou PDI pourrait s'expliquer par leur mauvaise mise en valeur due peut être au déficit de la ration en énergie.

2. La période de lactation

2.1. Bilan nutritionnel des brebis

La contribution du concentré dans l'apport énergétique de la ration par rapport au dernier mois de gestation a augmenté de + 65% et +37 % respectivement pour le lot 1 et le lot 2. Quant à sa contribution dans l'apport azoté, elle reste stable pour le lot 1 et elle est en baisse pour le lot 2 respectivement de +1,18 % et -12 % pour les MAD, et elle a augmenté de +59 % et +32 % pour les PDI. Ces améliorations dans les ingérés paille et concentrés pour les deux premiers lots et foin de luzerne pour le lot 3 des brebis ont augmenté les rapports UFLI/BE, MADI/BE et PDI/BE par rapport au dernier mois de gestation, respectivement de 43,27 ; 143,56 et 55,36% pour le lot 1, 77,5 ; 175,86 et 76,59% pour le lot 2 et 70,15 ; 62,22 et 48,61% pour le lot 3. Dans ces conditions d'alimentation, la production laitière théorique moyenne est de 411,62 ; 376,34 et 169,73g/j/animal pour l'énergie et 595,16 ; 624,07 et 1013,52 g/j/animal pour les MAD et 813,07 ; 825,81 et 743,95g/j/animal pour les PDI contre une production réelle de 782,94 ; 970,37 et 1177,98 g/j/animal respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3 (Tableau 26, les détails dans les annexes 13 et 14).

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Tableau 26 : Bilan nutritionnel des brebis durant les 45 jours de lactation

Lots	p ^{0,75}	Apports			Besoins d'entretien			Bilan			Production théorique de lait			Pr de ré
		UFL	MAD (g)	PDI (g)	UFL	MAD (g)	PDI (g)	UFL	MAD (g)	PDI (g)	UFL	MAD (g)	PDI (g)	
LOT 1	16,02 ± 0,85	±0,79	±99,47	± 110,49	±0,53	±40,37	±42,29	±0,26	±59,11	± 68,20	±11,62	±595,16	± 813,07	± 78
		0,16	22,59	20,60	0,03	2,14	2,25	0,16	22,42	20,43	256,69	a220,76	b249,49	c 9
LOT 2	17,38 ± 0,69	±0,81	±105,05	±114,4	± 0,57	±43,79	±45,88	±0,24	±61,26	± 68,55	±376,34	±624,07	± 825,81	± 97
		0,18	25,46	23,93	0,02	1,74	1,82	0,19	25,80	24,29	295,20	a269,06	b304,97	c 1
LOT 3	20,77 ± 0,28	±0,79	±152,98	±117,32	±0,69	±52,35	±54,84	±0,11	±100,63	±62,48	±169,73	±1013,52	±743,95	± 11
		0,10	19,65	15,07	0,01	0,71	0,75	0,10	19,47	14,89	157,65	a188,01	b170,65	b 2

Sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

Au cours de cette période, les apports alimentaires sont faibles par rapport aux besoins d'entretien et de production laitière. Ce déficit serait lié à la diminution de l'appétit au moment de la mise bas et à la relative inefficacité de la transformation de l'énergie métabolisable en énergie nette (RATTRAY *et al.*, 1974). Il est probable que les brebis mobilisent alors leurs réserves corporelles.

Les ruminants laitiers sont confrontés au début de lactation à une exportation massive de lipides, de protéines et de lactose. Cela représente pour une brebis de 60 kg et produisant 3 kg de lait 2,5 fois les besoins de l'animal à l'entretien (en terme d'énergie nette) (BAUMAN et CURRIE, 1980). Cela pourrait s'expliquer par l'incapacité dans laquelle se trouve l'animal d'accroître rapidement sa capacité d'ingestion pour couvrir ses dépenses d'entretien et de production laitière. Il en résulte alors des déficits énergétiques et azotés qui se traduisent par des pertes de poids plus au moins importantes (INRA, 1978) (Tableau 27).

Période	Lot 1		Lot 2		Lot 3	
	Poids (Kg)	GMQ (g/j)	Poids (Kg)	GMQ (g/j)	Poids (Kg)	GMQ (g/j)
mise bas	52,80 ± 6,72	/	53,33 ± 6,66	/	59,00 ± 1,41	/
1^{er} mois de lactation	42,18 ± 4,75	-439	46,5 ± 8,26	-227,67	57,75 ± 2,47	-41,67
2^{ème} mois de lactation	35,97 ± 5,61	-207	41,33 ± 8,08	-172,33	55 ± 2,83	-91,67
3^{ème} mois de lactation	36,67 ± 5,82	23,33	41,93 ± 7,00	20	55,78 ± 3,15	26

Tableau 27 : Pertes de poids des brebis pendant la lactation.

Conclusion

Durant les 45 jours de lactation, pour des rapports moyens UFL/BE, MADI/BE et PDI/BE respectivement de 1,49, 2,46 et 2,61 pour le lot 1, de 1,42, 2,40 et 2,49 pour le lot 2 et de 1,14, 2,92 et 2,14 pour le lot 3, les productions laitières réalisées par les brebis des trois

lots sont nettement supérieures à celles permises par l'ingéré énergétique et à un degré moins important que celles permises par l'ingéré azoté exprimé en système MAD mais à un niveau beaucoup moindre si l'azote est exprimé en système PDI.

D. Performances de reproduction et de productivité

1. Fécondité des brebis et croissance des agneaux

1.1. Résultats

Les différents paramètres de reproduction enregistrés dans notre essai sont consignés dans le tableau 28.

Tableau 28 : Paramètres zootechniques de la reproduction.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Brebis mises à la lutte	8	7	6
Brebis agnelant	6	3	2
Brebis vides	2	4	4
Mortalité des brebis	0	0	0
Agneaux nés	5	4	4
Agneaux nés morts	2	0	0
Agneaux morts entre 1 et 90 jours	0	0	1
Agneaux vivants au sevrage	5	4	3
Poids des agneaux à la naissance (Kg)	3,82 ± 0,35 a	3,71 ± 0,77 a	3,25 ± 0,60 a
Poids moyens au sevrage (Kg)	13,31 ± 4,44	13,85 ± 3,29	12,95 ± 2,86
Taux de fertilité (%)	75	42,86	33,33
Taux de prolificité (%)	116,67	133,33	200
Taux de fécondité (%)	87,50	57,14	66,66
Taux de mortalité (%)	28,57	0	25
Productivité pondérale (Kg/Brebis)	1,66	1,91	1,96
Productivité numérique (%)	62,5	57,14	50

Comme on pouvait s'y attendre, la fécondité est améliorée avec le numéro de mise bas ; elle s'établit dans nos essais à 87,50 et 57,14 % respectivement pour les brebis du lot 1 et du lot 2 contre 75 et 50 % pour l'essai précédant (première mise bas). Cependant, on enregistre une diminution de la fécondité par les brebis du lot 3 de 100 % de l'essai précédant à 66,66 % dans notre essai ; cette diminution est inhabituelle (CRAPLET et THIBIER, 1984).

Le poids moyen des agneaux à la naissance est comparable entre les agneaux issus du lot 1, du lot 2 et du lot 3. Il est de 3,82 ; 3,71 et 3,25 kg respectivement pour les agneaux du lot 1, du lot 2 et du lot 3.

La mortalité des agneaux à la naissance est nulle pour les lots 2 et 3 alors qu'elle est de 28,57 % pour le lot 1. Les agneaux morts sont issus de naissances gémellaires et avec des poids à la naissance faibles (1,70 kg en moyenne).

1.2. Discussion

Les paramètres de reproduction d'un troupeau ovin sont la résultante d'un grand nombre de facteurs d'origine variées : génétique, pathologique, physiologique (âge, saison, fertilité du bélier...) et alimentaire (THERIEZ, 1975). Plus faibles chez les primipares, ils atteignent leur maximum à l'âge de 5 à 6 ans (PRUD'HON, 1971 ; CRAPLET et THIBIER, 1984). Les facteurs alimentaires interviennent à différents moments du cycle de reproduction : oestrus, ovulation et mortalité embryonnaire (CRAPLET et THIBIER, 1984).

Il semble aussi que le poids vif et l'état corporel de la brebis au moment de la mise en lutte aient un effet primordial sur les performances de reproduction (PAQUAY *et al.*, 2004).

La fécondité la plus élevée est enregistrée dans le lot 1 (87,50 %) ; elle est supérieure à celle du lot 2 (57,14 %) et du lot 3 (66,66 %).

Les valeurs obtenues dans les trois lots sont largement inférieures à la moyenne rapportée par CHELLIG (1992) (95 %) et YAHIAOUI (1992) (93,7 %) sur la même race. Elles sont aussi inférieures à celles observées par NAIT ATHMANE (1999) (84 %) et TRIKI (2003) (80 %) sur des sujets de même catégorie, élevés en bergerie intégrale et alimentés respectivement de PTNH₃ complétée avec 100 g d'orge, de PTU complétée avec 100 g d'orge et de PTU complétée avec 100 g de concentré et cela pour les lot 2 et 3.

Cependant, la fécondité enregistrée par BELHADI (1989) sur des primipares de la race Ouled Djellal en milieu steppique (49,1 %) s'avère inférieure à celle observée pour nos lots 1, 2 et 3.

La différence de fécondité observée entre les lots 1, 2 et 3 pourrait s'expliquer par la nature de l'alimentation (surtout azotée), seul paramètre qui différencie les lots. Puisque le Na énergétique au cours du flushing est comparable (0,74 ; 0,73 et 0,82 respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3) alors que le Na azoté exprimé en MAD ou en PDI est largement supérieur pour les brebis de lot 3 (67, 66 et 133g de MAD respectivement pour les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3 ; 95, 96 et 132g lorsqu'il est exprimé en PDI).

Assez logiquement, la différence de poids entre les lots est moins apparente pour les agneaux à la naissance avec respectivement de 3,82, 3,71 et 3,25 kg pour les lots 1, 2 et 3. En moyenne, le poids à la naissance des agneaux obtenu dans notre essai est comparable à celui rapporté par BELHADI (1989) (3,65 kg pour les multipares de race Ouled Djellal élevées sur parcours steppiques), par TRIKI (2003) (3,79 kg pour des brebis de race Ouled Djellal en deuxième cycle alimentées à base de paille traitée à l'urée complétée avec du concentré composé de 80% d'orge et 20% de farine animale) et par GUESSOUS et RIHANI (1992) (3,60 kg pour des brebis alimentées à base de paille traitée à l'urée complétée avec de la pulpe de betterave sèche et tourteau de soja).

Il est classiquement admis que les besoins du fœtus sont prioritairement couverts par rapport à ceux de la mère (JARRIGE, 1978). Les apports alimentaires et la mobilisation des réserves corporelles de la mère permettent au fœtus de puiser les nutriments nécessaires à son développement (KHALDI, 1983).

La croissance des agneaux de la naissance aux 45 jours d'âge est directement liée à la production laitière des mères en quantité et en qualité (ROUX, 1989).

Ainsi, les GMQ réalisés par les agneaux issus des brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3 sont respectivement de 114 ; 114 et 123g/j. Le GMQ obtenu par les agneaux du lot 3 est supérieur de 9g/j par rapport aux 2 autres lots ; cependant il n'existe aucune différence statistiquement significative malgré la bonne production laitière des brebis du lot 3 (tableau 29 et figure 9, les détails dans les annexes 15 et 16).

Tableau 29 : Evolution du poids et du GMQ des agneaux.

		Lot 1	Lot 2	Lot 3
Poids vif (kg)	Poids à la naissance	3,82 ± 0,35 a	3,71 ± 0,77 a	3,25 ± 0,60 a
	Poids à 45 j	8,95 ± 2,2 a	8,83 ± 2,86 a	8,78 ± 1,73 a
	Poids à 90 j	13,31 ± 4,44 a	13,85 ± 3,29 a	12,97 ± 2,72 a
GMQ (g/j)	0 à 45 j	114 a	114 a	122,89 a
	45 à 90 j	96,89 a	111,56 a	66 a88*
	0 à 90	105,44 a	112,78 a	94,44 a108*

a,b,..... :sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent par une lettre sont significativement différentes ($p < 0.05$).

*GMQ réalisé en éliminant des calculs l'agneau malade (n° 24269).

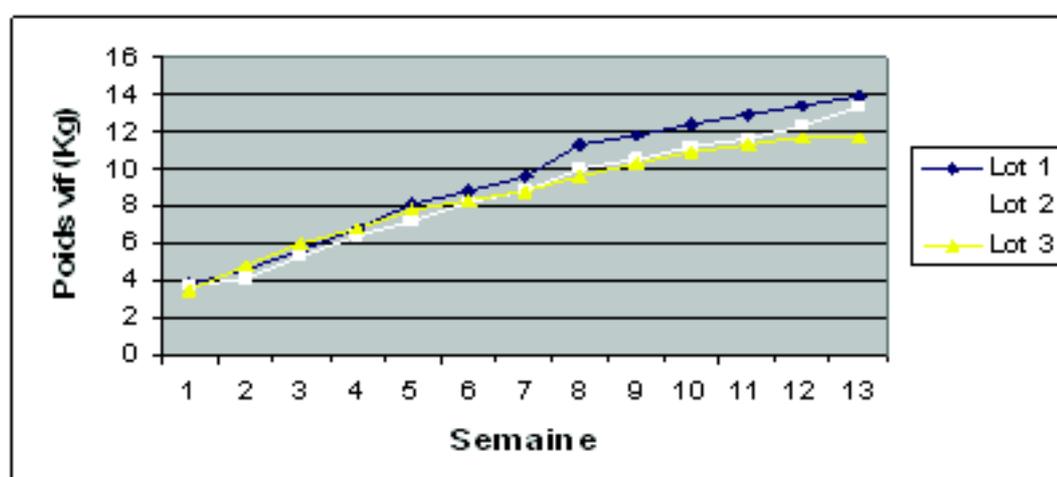


Figure 9 : Evolution hebdomadaire du poids vif des agneaux de la naissance au sevrage

Les GMQ réalisés par les agneaux du lot 1 et du lot 2 sont comparables à celui observé par TRIKI (2003) (116g/j) sur des agneaux issus des brebis alimentées à base de paille traitée à l'urée complétées avec 400g de concentré (80% d'orge et 20% de farine animale) en deuxième lactation.

Le GMQ réalisé par les agneaux du lot 3 est de 66 g/j. Cette faible valeur est due à l'état sanitaire de l'agneau n° 24269 (voir annexe). En éliminant cet agneau, le GMQ se rétablit sensiblement au même niveau que les deux autres lots (108 g/j).

La même tendance est observée pour les poids des agneaux au sevrage. Ils s'établissent à 13,31, 13,35 et 11,75 Kg respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3.

Le taux de mortalité des agneaux de la naissance au sevrage s'établit à 28,57 et 25 % respectivement pour le lot 1 et le lot 3 ; il est nul pour le lot 2. Dans les lots PTU, le taux de mortalité est largement inférieur à celui observé par TRIKI (2003) (58 %). Cette différence pourrait être due à la nature et la quantité d'aliment concentré utilisé. Il est aussi inférieur à celui enregistré par NAIT ATHMANE (1999) (41,1 %) sur des antenaises de race Ouled Djellal conduites traditionnellement sur jachère et sur chaumes de céréales au niveau des plaines sétifiennes.

La mortalité élevée dans le lot 1 semble directement liée à l'alimentation des mères. Elle est plus importante chez les agneaux dont les mères consommant la PTU mais avec

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

une quantité moindre de concentré (lot 1). En effet, les brebis du lot 2 ont disposé durant tout l'essai de 100 g de concentré supplémentaire par rapport à celles du lot 1.

2. La production laitière

Les résultats de la production laitière sont consignés dans le tableau 30 et illustrés par la figure 10.

Tableau 30 : Production laitière individuelle et moyenne journalière des brebis au cours de la lactation (g/j/an)

Lots	N° de la brebis	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Moy/brebis
LOT 1	24286	686,43	842,86	1050,00	878,57	887,14	766,67	891,95 ±132,2
	24291	555,71	477,14	692,86	557,14	542,86	560,00	564,29 ±70,3
	24263	645,71	891,43	1157,14	1145,71	1035,71	1010,86	981,09 ±191,0
	24276	648,57	911,43	1124,29	935,71	760,00	707,14	847,86 ±176,3
	24379	654,29	545,71	681,43	692,86	700,00	742,86	669,53 ±67,2
	Moy ±Ecart	638,14 ±48,33	737,71 ±205,88	941,14 ±235,13	842,00 ±226,80	785,14 ±186,93	757,51 ±162,81	782,94 ±102,5 a
LOT 2	24287	571,43	761,43	957,14	878,57	892,86	871,43	822,14 ±138,1
	24290	738,57	1078,57	1192,86	1392,86	1121,43	1057,14	1096,91 ±213,4
	24293	721,42	931,43	1145,72	1144,29	1014,28	995,24	992,06 ±157,6
	Moy ±Ecart	677,14 ±91,95	923,81 ±158,71	1098,57 ±124,73	1138,57 ±257,19	1009,52 ±114,36	974,60 ±94,56	956,37 ±164,0 b
LOT 3	24359	1010,00	1377,14	1507,14	1074,29	564,29	650,00	1030,48 ±377,3
	24380	1334,28	1401,42	1542,81	1345,72	1207,14	1121,43	1325,47 ±147,7
	Moy ±Ecart	1172,14 ±219,30	1389,28 ±17,17	1524,98 ±25,22	1210,01 ±191,93	885,72 ±454,56	885,72 ±333,35	1177,97 ±259,6 c

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

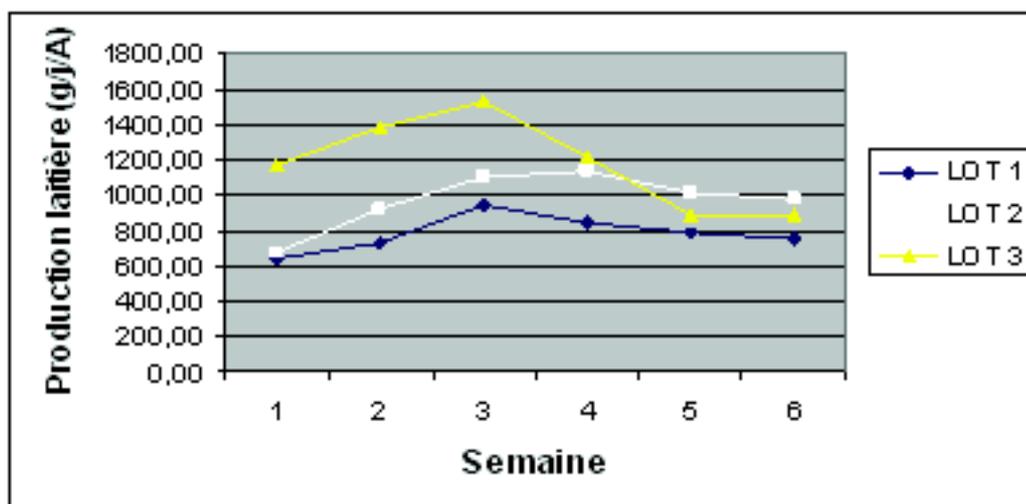


Figure 10 : Production laitière moyenne journalière des brebis

L'analyse des données obtenues permet d'observer une production laitière statistiquement différente entre les brebis du lot 1, du lot 2 et du lot 3. Cette différence ne peut pas s'expliquer par l'apport alimentaire puisque le bilan alimentaire théorique est nettement en faveur des brebis du lot 1 (apport UFI/BE = 1,49 ; PDI/BE = 2,61 contre 1,42 et 2,49 pour les brebis du lot 2 et 1,14 et 2,14 pour les brebis du lot 3). Le poids des brebis et le mode de naissance seraient peut être une explication. WALLACE (1948) et RICORDEAU *et al* (1960) observent une relation positive et importante entre le poids vif des brebis et la production laitière et TISSIER *et al.* (1975) rapportent que les brebis allaitant des doubles produisent plus que celles allaitant des simples.

Notons que la production laitière obtenue dans notre essai par les brebis du lot 1 et du lot 2 est supérieure à celle rapportée par TRIKI (2003) (0,521 kg/j/brebis) sur des brebis alimentées de paille traitée à l'urée complémentées avec un concentré composé de 80% d'orge et de 20% de farine animale en deuxième lactation et NAÏT ATMANE (1999) (0,69kg/jour).

La production laitière est meilleure comparativement aux productions moyennes des mêmes brebis en première lactation, soit 0,54; 0,72 et 0,96 kg/j respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3 ce qui confirme que la production laitière des multipares est toujours supérieure à celles des primipares.

E. Étude des paramètres plasmatiques

Le "profil métabolique" peut être défini comme le résultat moyen d'une série d'analyse biochimique présenté sous forme d'histogramme. Les dosages sont effectués sur un échantillon d'animaux représentatif d'un troupeau à partir d'un prélèvement sanguin.

Il est évident que le choix des paramètres se fera en fonction de leur signification métabolique et clinique afin que l'interprétation des résultats représentés sous forme de traces ou de figures, reflète la situation métabolique de l'animal au moment de l'intervention.

La détermination des paramètres plasmatiques des animaux est d'un intérêt particulier pour établir le diagnostic et le pronostic de nombreuses maladies. La détermination du profil biochimique permet l'évaluation de l'état nutritionnel et/ou métabolique de l'animal. Les déficiences nutritionnelles conditionnant la productivité du cheptel et son aptitude à valoriser

les ressources peuvent être valablement appréciées par des paramètres sanguins (OBI et al., 1985 et POPPOF, 1981). Parmi ces paramètres, l'urée plasmatique, la créatinémie, la protéinémie et les transaminases peuvent être des sources d'information importantes sur l'état du fonctionnement de certains organes, en l'occurrence, le foie et le rein, organes majeurs impliqués dans l'élimination des déchets azotés.

1. Évolution de la protéinémie.

Les résultats de la protéinémie sont consignés dans le tableau 31 et illustrés par la figure 11 (les détails sont rapportés dans l'annexe 17).

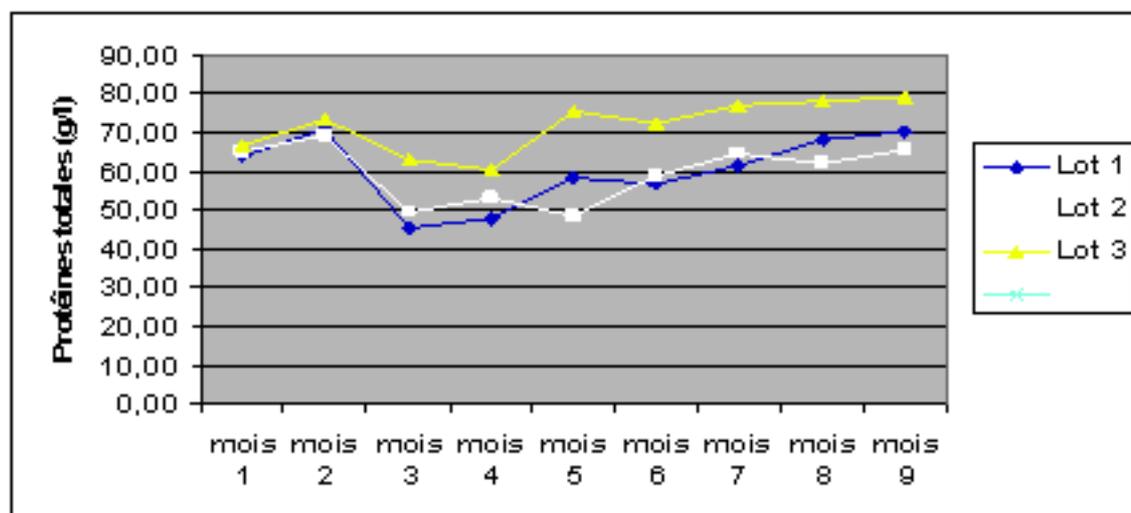


Figure 11 : Évolution de la protéinémie dosée à jeun, chez les brebis des trois lots durant la période expérimentale (g/l)

	Stade physiologique		LOT 1			LOT 2			LOT 3			Références bibliographiques
			A jeun	Après 2 h	Après 8 h	A jeun	Après 2 h	Après 8 h	A jeun	Après 2 h	Après 8 h	
*Essai 1	Début de l'essai	20/11/2005	55,74	59,70	58,44	56,77	60,47	58,83	54,70	66,08	62,79	HADDAD (1981) 72±3,1g/l SMITH et al (1978) a 69±7g/l MATTHEW et al (1999) 60-80g/l MEZIANE (2001) 66,2± 0.05 g/l DEKAR (1994) 72,23g/l
	Fin de l'essai	20/03/2006	67,01	66,26	42,33	54,83	72,27	64,55	58,93	72,19	66,51	
**Essai 2	Début de l'essai	25/04/2006	51,67	41,72	65,28	44,58	49,67	61,56	48,62	46,21	71,52	
	Fin de l'essai	23/12/2006	52,56	56,13	59,09	54,96	58,02	54,51	59,95	68,18	63,91	
Notre essai	Mise au mâle	26/02/2007	64,19 a	72,78	79,05	64,94 a	76,13	92,12	66,78 a	102,16	84,88	
	Gestation	26/03/2007	70,62 a	57,41	53,18	69,37 a	54,22	52,43	73,33 a	61,76	58,57	
		25/04/2007	45,43 a	58,80	49,10	49,19 a	62,75	52,63	62,87 b	62,67	66,25	
		26/05/2007	47,72 a	52,89	51,86	53,28 a	54,90	47,10	60,26 b	75,69	70,82	
		26/06/2007	58,25 ab	54,21	47,36	48,28 a	60,28	46,17	75,55 b	59,26	69,58	
	Lactation	24/07/2007	56,45 a	61,99	57,60	58,74 a	92,78	57,33	72,35 b	68,84	69,22	
		26/08/2007	61,23 a	64,85	61,61	64,31 a	72,59	64,26	77,00 b	70,60	72,55	
		26/09/2007	67,92 ab	72,12	78,69	61,80 a	69,43	85,79	77,95 b	84,73	85,34	
26/10/2007		70,12 a	76,54	73,25	65,55 a	73,04	78,23	79,23 b	87,23	89,02		

a,b,..... sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives.

(a) Cité par HADDAD (1981)

* Cité par ALLOUCHE (2008)

** Communication personnelle

Tableau 31 : Évolution de la protéinémie mesurée à jeun, 2heures et 8 heures après la distribution du premier repas chez les brebis durant l'essai (g/l)

1.1. La protéinémie à jeun :

Le dosage de ce paramètre renseigne sur l'état de santé de l'animal. Ainsi, une hypo-protéinémie indique une sous-alimentation protéique et une hyper-protéinémie indique une infection chronique ou une augmentation due à la fraction des globulines (infection de toute réaction immunitaire) (CHESNEL, 1984).

A l'exception d'une baisse observée au deuxième et troisième mois de gestation (de 70g/l à 45g/l, de 69g/l à 49g/l et de 73g/l à 62g/l respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3), la protéinémie moyenne observée à jeun est relativement stable durant les dix mois d'expérimentation et est statistiquement comparable au seuil de 5% entre les 2 premiers lots. Elle varie de 60g/l à 70 g/l. Cependant, elle est supérieure pour les brebis du lot 3 à celles des lots 1 et 2 (différence statistiquement significative).

Les valeurs enregistrées restent dans les normes physiologiques telles que rapportées par SMITH *et al.* (1978) (69 ± 7 g/l) et MATTHEW *et al.* (1999) (60-80 g/l). Elles sont comparables à celles décrites par MEZIANE (2001) et NDOUTAMIA *et al.* (2005) pour les races « Peulh » ($66,5 \pm 7,6$ g/l) et « Kirmidi » ($63,4 \pm 6,1$ g/l) mais se révèlent inférieures à celles décrites par HADDAD (1981) ($72 \pm 3,1$ g/l), DEKAR (1994) (72,23 g/l) et NDOUTAMIA *et al.* (2005) pour la race « Arabe » ($130,2 \pm 38,9$ g/l).

Le taux des protéines totales élevées observées à jeun chez le lot des brebis alimentées à base du foin de luzerne par rapport aux autres lots pourrait s'expliquer par une alimentation riche en azote ; ce dernier n'étant pas totalement éliminé dans les urines, il passe alors dans le sang.

Comparativement aux essais précédents qui ont été réalisés dans les mêmes conditions et sur les mêmes brebis, on remarque une augmentation de la teneur de la protéinémie avec l'âge des brebis. La protéinémie élevée chez les sujets âgés rapportée aussi par ANTONOVIC *et al.* (2004) s'expliquerait par la déshydratation.

1.2. La protéinémie 2 heures et 8 heures après distribution du repas :

Deux heures après la distribution des repas, le taux des protéines totales augmente pour les trois lots ; il est plus important pour le lot 3.

Cependant huit heures après la distribution des repas, le taux de protéines totales diminue pour atteindre environ les taux observés à jeun. Il est même observé des valeurs inférieures à celles enregistrées à jeun. Rappelons que les taux habituellement rapportés varient de 60 à 80g/l ; ces variations sont tout à fait normales. Cette évolution est observée durant les dix mois d'essai.

Ces résultats montrent que le taux de protéines totales dans le sang augmente avec l'apport alimentaire et diminue en l'absence de ce dernier.

2. Évolution de l'urémie :

Les résultats relatifs à l'urémie sont consignés dans le tableau 32 et illustrés par la figure 12 (les détails sont rapportés dans l'annexe 18).

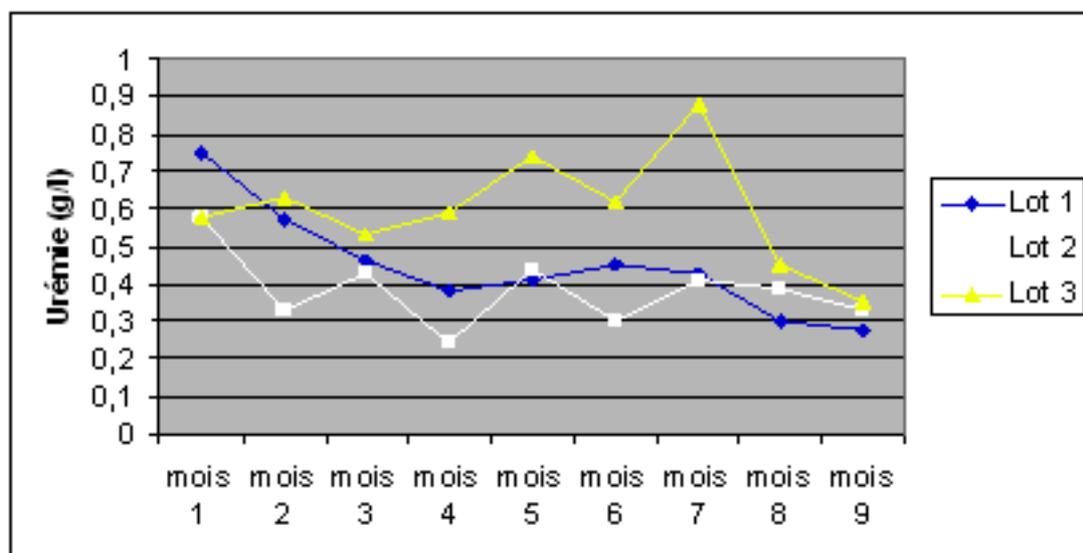


Figure 12 : Évolution de l'urémie dosée à jeun, chez les brebis durant l'essai (g/l)

2.1. L'urémie à jeun :

Plusieurs auteurs estiment que l'urée sérique est l'indicateur essentiel du taux azoté de la ration. Elle augmente avec l'importance des apports azotés, avec un catabolisme accru par le jeune (PION et al., 1980) mais peut être aussi liée à une intoxication par l'urée ou à une sous nutrition énergétique (TAINTURIER, 1981 ; WOLTER, 1992).

Un faible taux peut signifier que la ration est riche en amidon ou faible en apport azoté (HORTON, 1978).

L'urémie dépend donc non seulement de la composition du mélange d'acides aminés qui passe du tube digestif dans le sang et du taux azoté, comme chez les monogastriques, mais aussi des facteurs qui permettent une plus ou moins bonne utilisation de l'ammoniac du rumen pour la synthèse des protéines microbiennes.

	Stade physiologique		LOT 1			LOT 2			LOT 3			Références bibliographiques
			À jeun	Après 2 h	Après 8 h	À jeun	Après 2 h	Après 8 h	À jeun	Après 2 h	Après 8 h	
*Essai 1	Début de l'essai	20/11/2005	0,31	0,97	0,52	0,23	0,96	0,60	0,24	0,89	0,46	POPOF (1981) 0,36 ± 0,10 g/l
	Fin de l'essai	20/03/2006	0,32	0,39	0,62	0,35	0,57	0,55	0,38	0,61	0,55	
**Essai 2	Début de l'essai	25/04/2006	0,27	0,39	0,62	0,38	0,47	0,56	0,17	0,17	0,18	DEKAR (1994) 0,74 g/l
	Fin de l'essai	23/12/2006	0,17	0,40	0,45	0,13	0,24	0,29	0,26	0,37	0,27	
Noire essai	Mise au mâle	26/02/2007	0,75 a	0,51	0,58	0,58 a	0,51	0,46	0,58 a	0,66	0,55	MEZIANE (2001) 0,47 ± 0,12 g/l
	Gestation	26/03/2007	0,57 b	0,85	0,50	0,33 a	0,69	0,53	0,63 b	0,68	0,66	
		25/04/2007	0,46 a	0,64	0,48	0,43 a	0,50	0,44	0,53 a	0,65	0,63	HADDAD (1981) 0,43 ± 0,08 g/l
		26/05/2007	0,38 a	0,50	0,34	0,24 b	0,29	0,21	0,39 c	0,61	0,60	
		26/06/2007	0,41 a	0,53	0,38	0,44 a	0,69	0,44	0,74 b	0,69	0,64	
		24/07/2007	0,45 b	0,53	0,41	0,30 a	0,50	0,32	0,62 c	0,60	0,61	
	Lactation	26/08/2007	0,43 a	0,62	0,47	0,41 a	0,53	0,56	0,88 b	0,90	0,78	SMITH et al (1978) a 0,28 ± 0,04 g/l
		26/09/2007	0,30 a	0,42	0,41	0,39 a	0,36	0,55	0,45 a	0,51	0,57	
		26/10/2007	0,28 a	0,39	0,38	0,33 a	0,40	0,35	0,35 a	0,46	0,43	

a,b,..... sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives. Test de Fisher

(a) Cité par HADDAD (1981)

* Cité par ALLOUCHE (2008)

** Communication personnelle

Tableau 32 : Évolution de l'urémie mesurée à jeun, 2heures et 8 heures après la distribution du premier repas chez les brebis (g/l)

La synthèse de l'urée dans le foie est régulée par différents facteurs:

Alimentaire: l'activité des enzymes du cycle de l'urée dans le foie augmente lorsque le régime est riche en protéines mais n'augmente pas avec des régimes pauvres en protéines mais riche en urée (FENDERSON et BERGAN, 1976). L'écart d'activité pourrait être relié à une différence de disponibilité des transporteurs d'ammoniac (acides glutamique et aspartique).

Métabolique: certains auteurs signalent une corrélation négative entre l'activité des enzymes du cycle de l'urée dans le foie et l'urémie (CHALUPA et *al.*, 1970).

L'urée dosée de façon concomitante avec la créatinine permet en première approximation de rechercher une insuffisance rénale. Le rapport urée/créatinine plasmatique molaire normal est d'environ 50. Lorsque ce rapport (Urée/Créatinine) plasmatique devient supérieur à 100, l'élévation disproportionnée de l'urée sanguine par rapport à celle de la créatinine doit faire rechercher soit une hyperproduction d'urée, soit une insuffisance rénale fonctionnelle.

Malgré des différences qui paraissent importantes, les valeurs enregistrées sont classiques. Bien que les analyses statistiques laissent apparaître quelques différences significatives, notamment aux 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} mois de gestation et premier mois de lactation entre le lot 1 et le lot 2 par rapport au lot 3 dont l'urémie est plus élevée (figure 12), cette dernière reste dans les normes durant tout l'essai pour les 3 lots. L'augmentation de la concentration en urée plasmatique chez les sujets du lot 3 s'expliquerait par la richesse de la ration en matières azotées. Ainsi, MEZIANE (2001) en étudiant l'effet d'une ration hivernale composée principalement de paille avec une ration printanière constituée principalement d'herbe jeune, riche en matières azotées a trouvé que la teneur en urée plasmatique chez les brebis augmenterait avec la teneur en azote de l'aliment.

Les valeurs d'urémie obtenues dans le lot 1 et le lot 2 varient entre 0,28 et 0,60 g/l en moyenne. Elles sont très proches de celles rapportées par POPOF (1981) ($0,36 \pm 0,10$ g/l), NDOUTAMIA et *al.* (2005) (pour la race « Arabe » $0,32 \pm 0,17$ g/l et $0,26 \pm 0,08$ g/l pour la race « Peulhs ») mais sont inférieures à celles enregistrées par DEKAR (1994) ($0,74$ g/l sur des brebis alimentées à base de PTU) et MEZIANE (2001) ($0,47 \pm 0,12$ g/l). Celles du lot 3 (foin de luzerne) se rapprochent du taux obtenu par HADDAD (1981) sur d'ovins alimentés à base de foin.

Notons enfin que la concentration sanguine en urée augmente pendant la lactation et ceci pour les trois lots. SHALIT et *al.* (1991) trouvent que la l'urémie augmente durant la lactation.

2.2. L'urémie après distribution du repas :

La concentration sanguine en urée après alimentation est élevée dans les 3 lots d'animaux à celle observée à l'état de jeun. Cette augmentation serait due à la métabolisation en urée de l'ammoniac absorbé à travers la paroi du rumen. Il est à noter que l'urémie observée 2 heures après la distribution du repas dans le lot 3 (lot foin de luzerne) est supérieure à celle des lots 1 et 2. Cette différence s'expliquerait par la richesse de la ration en matières azotées ; la dégradation de l'azote dans le rumen est probablement plus importante chez les animaux consommant le foin.

Après huit heures de la distribution du repas, le taux d'urémie diminue pour les trois lots pour atteindre environ les taux observés à jeun Ceci s'expliquerait par l'efficacité de filtration des reins et leur bon fonctionnement.

Cependant, nos résultats demeurent plus élevés que ceux des deux essais précédents, mais restent toujours dans les normes. Cette augmentation pourrait s'expliquer par un catabolisme accru (fièvre, jeune, effort) et/ou par la conversion des protéines en acides aminés glucoformateurs pour la compensation du déficit énergétique (LANDEAU et al., 1997 et OTTO et al., 2000).

3. La créatinémie :

Les résultats de la créatinémie sont consignés dans le tableau 33 et illustrés par la figure 13 (les détails sont rapportés dans l'annexe 19).

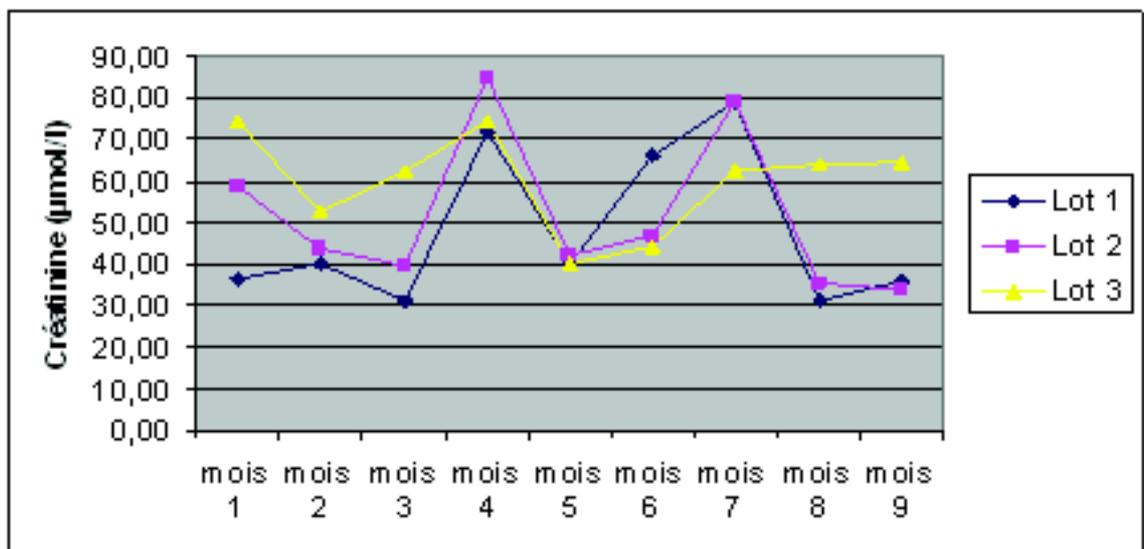


Figure 13 : Évolution de la créatinémie durant l'essai dans les trois lots (µmol/l)

La créatinine dans l'organisme provient de la déshydratation de la créatine ou la créatine phosphate dont l'origine est les muscles. Elle est excrétée dans les urines. Elle est produite par l'organisme à un rythme constant et dépend essentiellement de sa masse musculaire. Sa production et donc sa concentration plasmatique est relativement constante au cours du nyctémère. Elle est pratiquement indépendante de l'apport protéique alimentaire. (MEZIANE, 2001 ; MARINI et al., 2004 ; TURNER et al., 2005).

	Stade physiologique		LOT 1			LOT 2			LOT 3			Références bibliographiques
			A jeun	Après 2 h	Après 8 h	A jeun	Après 2 h	Après 8 h	A jeun	Après 2 h	Après 8 h	
*Essai 1	Début de l'essai	20/11/2005	141,60	171	184,86	238,14	169,55	190,77	183,84	160,23	149,47	FONTAINE (1988) 22-230 $\mu\text{mol/l}$ MATTHEW et al (1999) 106-168 $\mu\text{mol/l}$ DEKAR (1994) 68,44 $\mu\text{mol/l}$
	Fin de l'essai	20/03/2006	156,18	122,97	188,8	135,35	147,19	279,26	114,53	147,19	263,53	
**Essai 2	Début de l'essai	25/04/2006	118,00	120,27	93,86	93,30	118,00	112,64	117,91	133,43	116,50	
	Fin de l'essai	23/12/2006	100,41	80,34	103,13	82,60	89,16	88,69	113,28	88,50	98,91	
Notre essai	Mise au mâle	26/02/2007	36,58 a	32,45	37,48	59,00ab	141,6	49,98	74,34 b	79,65	67,68	
		26/03/2007	40,28 a	45,05	65,59	43,94 a	54,71	63,51	52,49 a	53,10	53,10	
	Gestation	25/04/2007	31,24 a	43,66	81,79	39,56 a	47,20	68,36	62,47 a	46,02	69,58	
		26/05/2007	71,73 a	36,82	106,20	84,77 b	42,48	51,33	74,53 a	84,96	53,10	
		26/06/2007	40,06 a	77,88	65,09	41,92 a	74,85	59,38	40,06 a	69,79	52,53	
		24/07/2007	66,08 b	22,84	43,39	46,62 a	44,54	89,07	44,03 a	37,68	42,25	
	Lactation	26/08/2007	79,13 a	24,70	48,04	79,13 a	41,16	51,84	62,47 a	23,05	34,14	
		26/09/2007	31,47 a	59,00	48,94	35,40 a	72,11	67,68	64,24 a	62,93	51,02	
		26/10/2007	35,66 a	54,56	59,03	33,56 a	58,65	59,54	64,58 b	66,56	53,22	

a,b,..... sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives. Test de Fisher

* Cité par ALLOUCHE (2008)

** Communication personnelle

Tableau 33 : Évolution de la Créatinémie dosée à jeun, 2heures et 8 heures après la distribution du premier repas chez les brebis durant l'essai ($\mu\text{mol/l}$)

Les valeurs de la créatinémie plasmatique ainsi obtenues dans les trois lots sont situées dans la fourchette décrite par FONTAINE (1988) qui rapporte des valeurs allant de 22 à 230 $\mu\text{mol/l}$.

L'absence d'une créatinémie élevée durant une longue période (3 ans d'essai) (si on prend en considération les deux essais précédents) laisse penser que la consommation de PTU n'a pas eu d'effet négatif sur l'intégrité et le fonctionnement du rein.

4. Transaminases plasmatiques :

Les résultats des transaminases sont consignés dans le tableau 34 et illustrés par la figure 14 (les détails sont rapportés dans l'annexe 20).

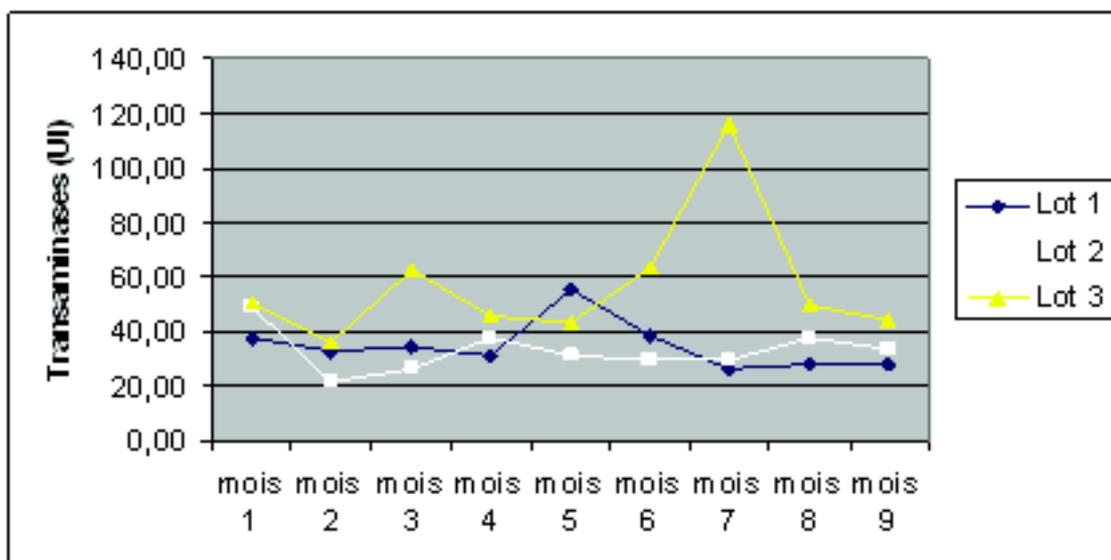


Figure 14 : Évolution du taux plasmatique des transaminases des brebis des 3 lots à jeun durant l'essai (UI/l)

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Les transaminases sont des enzymes transportant un groupe amine d'un acide cétonique avec formation d'un nouvel acide aminé et d'un nouvel acide alpha cétonique (CHESNEL, 1984).

Leur dosage dans le sang est d'une grande utilité ; une augmentation de leur taux traduit une lésion des tissus riches en transaminases (foie et muscle).

Les valeurs obtenues pour les brebis s'établissent à jeun entre 27 et 55 UI/l ; 21 et 49UI/l ; 36 et 115UI/l respectivement pour les lots 1,2 et 3 ; valeurs qui se situent dans les normes généralement admises pour les ovins (25 à 125UI/l) (FANTAINE, 1988).

L'évolution du taux de transaminases des brebis à jeun au cours de l'expérimentation est relativement stable et similaire pour les trois lots (statistiquement comparables).

Les valeurs enregistrées 2 heures et 8 heures après la prise du premier repas se situent généralement dans les normes admises pour les ovins (25 à 125 UI/L) (FONTAINE, 1988).

La consommation de la PTU ne semble pas affecter l'activité hépatocytaire.

Conclusion

Les résultats relatifs aux paramètres plasmatiques (protéines, urée, créatinine et transaminases) des brebis consommant de la PTU et FL sont globalement comparables à ceux rapportés dans la bibliographie et la consommation de PTU durant une période de 3 ans ne semble pas avoir d'effet toxique sur les animaux.

	Stade physiologique		LOT 1			LOT 2			LOT 3			Références bibliographiques
			A jeun	Après 2 h	Après 8 h	A jeun	Après 2 h	Après 8 h	A jeun	Après 2 h	Après 8 h	
*Essai 1	Début de l'essai	20/11/2005	24,56	10,94	20,37	42,14	8,38	29,33	49,94	9,78	31,87	FONTAINE (1988) 25-125 UI/l MATTHEW et al (1999) 60 - 280 UI/l TRIKI et DEKAR (2003) 129,95 ± 4,34 UI/l
	Fin de l'essai	20/03/2006	35,50	12,57	39,69	44,35	8,73	41,09	26,42	9,66	37,72	
**Essai 2	Début de l'essai	25/04/2006	78,14	37,03	18,14	74,44	48,14	17,85	61,99	34,00	60,41	
	Fin de l'essai	23/12/2006	20,08	43,07	52,38	26,77	45,20	50,44	34,48	66,35	69,26	
Noire essai	Mise au mâle	26/02/2007	37,53 a	40,44	32,44	49,04 a	36,88	29,33	51,01 a	52,44	51,99	
		26/03/2007	32,66 ab	26,44	36,66	21,77 a	22,22	36,44	36,44 b	44,66	56,88	
	Gestation	25/04/2007	34,22 a	26,44	35,33	26,89 a	24,66	35,33	63,10 a	57,11	73,55	
		26/05/2007	31,33 a	32,66	9,78	37,55 a	28,44	15,55	45,74 a	72,58	17,05	
		26/06/2007	55,31 a	37,94	38,38	31,70 a	23,12	44,22	43,85 a	57,21	66,36	
		24/07/2007	38,41 a	28,22	28,66	29,98 a	28,88	32,66	63,72 a	89,56	78,62	
	Lactation	26/08/2007	26,44 a	42,00	39,11	29,77 a	28,00	29,33	115,56 b	142,25	128,00	
		26/09/2007	28,44 a	42,16	49,11	38,00 a	32,78	29,33	49,50 a	64,18	90,35	
		26/10/2007	27,99 a	30,93	33,54	33,61 a	33,12	38,66	44,13 a	39,14	51,14	

a,b,... sur une même ligne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives. Test de Fisher

* Cité par ALLOUCHE (2008)

** Communication personnelle

Tableau 34 : Evolution des transaminases plasmatiques dosées à jeun, 2heures et 8 heures après la distribution du premier repas chez les brebis durant l'essai (UI/l)

F. Etude des paramètres du lait

1. La teneur en urée du lait

Les résultats relatifs à la teneur en urée du lait sont consignés dans le tableau 35 et illustrés par la figure 15.

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives.

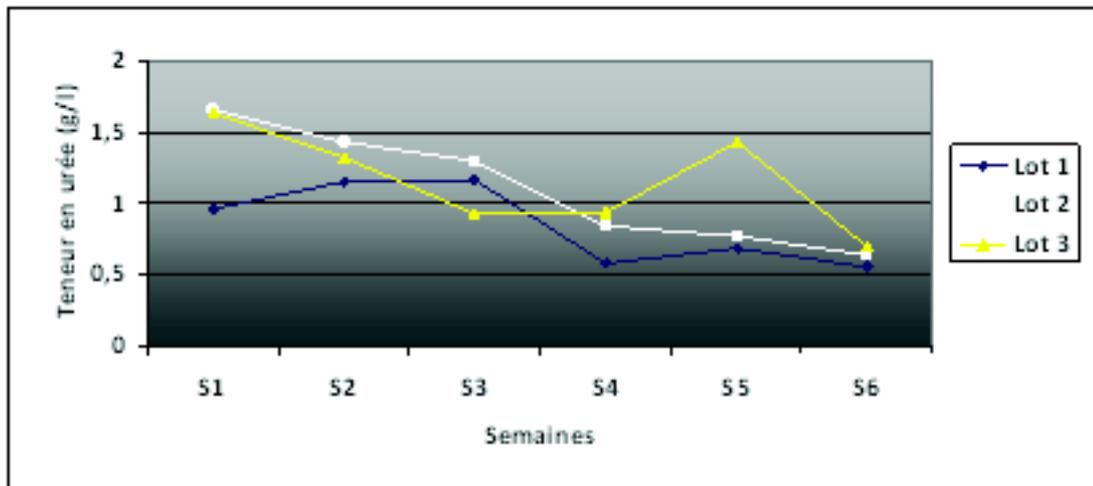


Figure 15 : Evolution de la teneur en urée du lait chez les brebis durant la lactation (g/l).

L'urée constitue le principal métabolite issu du catabolisme protéique d'un ruminant. Sa concentration dépend principalement de la quantité formée mais aussi de sa vitesse d'excrétion urinaire. Elle peut être un index intéressant de la nutrition protéique et des rejets azotés. L'urée est donc la plaque tournante du catabolisme des matières azotées et constitue donc, à priori, un indicateur privilégié de la nutrition protéique.

Les différents auteurs concluent que l'urée du lait provient de l'urée du sang par simple diffusion à travers la cellule mammaire bien que MEPHAM et LINZEL (1967), VERBEK et PEETERS (1965) et VIGNON (1967) aient signalé que l'urée pouvait être synthétisée dans la mamelle.

Le taux d'urée du lait (TUL) est lié aux quantités d'azote ingérée par le ruminant; plus l'apport est important, plus celui-ci est élevé. Il est lié également à l'utilisation de l'azote fermentescible estimé par la différence DPDI (Niveau d'azote fermentescible) ($DPDI = PDIN - PDIE$). Le TUL est corrélé significativement avec DPDI ($r = 0,44$). La teneur en urée du sang ou du lait permet enfin d'obtenir rapidement et à faible coût des informations sur le métabolisme azoté de l'animal.

Les teneurs en urée du lait chez les brebis durant la lactation sont en moyenne de 0,84, 1,10 et 1,15 g/l pour respectivement le lot 1, le lot 2 et le lot 3 avec une différence significative entre les brebis du lot 1 et celles des deux autres lots avec une teneur plus élevée pour les brebis du lot 3. Cette différence s'expliquerait par la richesse de la ration en matières azotées. La dégradation de l'azote dans le rumen est probablement plus importante chez les animaux consommant le foin. Signalons que la teneur en urée du lait est plus importante pendant les trois premières semaines de lactation pour les trois lots, sans doute à cause d'un catabolisme très important des protéines (involution utérine, mobilisation importante des réserves corporelles).

Notons enfin que les valeurs enregistrées sont supérieures à celles rapportées par DAKICHE et MAHMOUDI (1996) (0,34g/l) et TRIKI (2003) (0,42g/l).

2. La teneur du lait en protéines totales

Les résultats relatifs à la teneur du lait en protéines totales sont consignés dans le tableau 36.

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Tableau 36: Evolution de la teneur du lait en protéines totales chez les brebis durant la lactation (mg/dl).

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Moy ± Ecart	Références bibliographiques
Lot 1	332,80	313,24	250,52	98,33	242,03	136,33	228,88 ± 93,99 a	54-55g/ I CANNAS et <i>al.</i> ,1998 47g/ I GEENTY et SYKES (1986)
Lot 2	333,17	263,43	312,51	132,45	188,35	146,11	229,34 ± 85,85 a	
Lot 3	336,86	207,54	237,05	224,51	308,82	151,46	244,37 ± 68,04 b	

Sur une même colonne, les valeurs qui diffèrent entre elles par au moins une lettre sont statistiquement significatives.

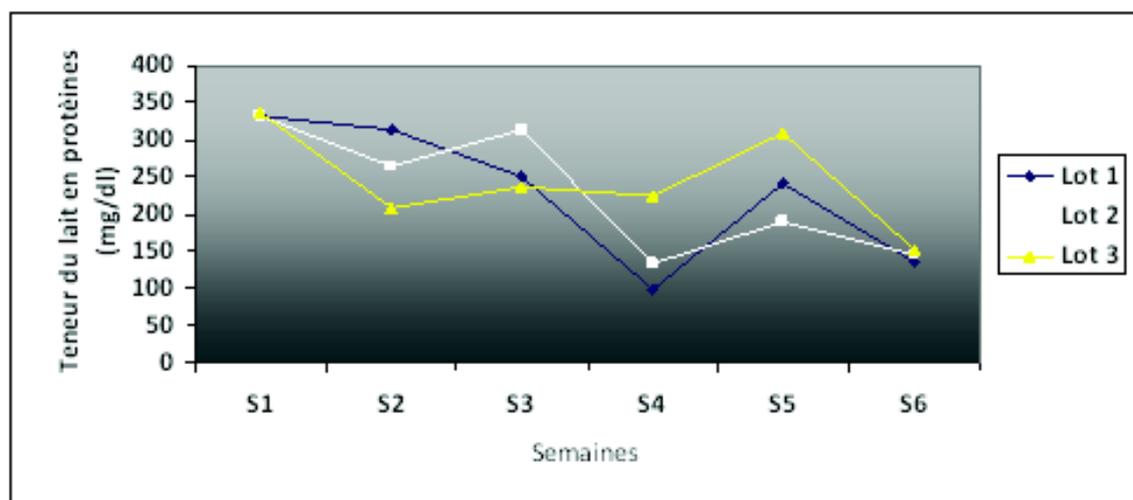


Figure 16 : Evolution de la teneur du lait en protéines totales chez les brebis durant la lactation (mg/dl).

La teneur du lait en protéines totales s'établit à 228,88, 229,34 et 244,37 mg/dl respectivement pour les brebis des lots 1,2 et 3 avec une différence significative entre les brebis du lot 3 et celles des deux autres lots. Cette différence pourrait s'expliquer d'une part, par la richesse du foin de luzerne en matières azotés totales et d'autre part, par l'absence de concentré chez les brebis du lot 3 qui pourrait augmenter la teneur du lait en protéines totales.

Notons enfin que nos résultats sont trop faibles à ceux rapportés par CANNAS et *al.*,1998

(54-55g/l) pour la race " Sarde " et GEENTY et SYKES (1986) (47g/l) pour la race " Dorset ".

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans notre essai, nous avons d'une part comparé les performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal élevées en bergerie intégrale avec synchronisation des chaleurs et recevant des rations de foin de luzerne ou de paille traitée à l'urée (PTU) réparties comme suit :

- Lot 1 : PTU à volonté + (100, 200, 300 et 400 g de concentré respectivement durant les 3 premiers mois, 4^{ème}, 5^{ème} mois de gestation et les trois mois de lactation).
- Lot 2 : PTU à volonté + (200, 300, 400 et 500 g de concentré respectivement durant les 3 premiers mois, 4^{ème}, 5^{ème} mois de gestation et les trois mois de lactation).
- Lot 3 : Foin de luzerne seul à volonté.

Et, d'autre part, comparé quelques paramètres plasmatiques (protéines totales, urée, créatinine et transaminase) par un prélèvement sanguin mensuel sur 5 brebis tirées au hasard.

Pour toute la période de l'essai, les résultats obtenus montrent que le foin de luzerne est mieux consommé que la PTU.

La quantité de MSI des fourrages seuls s'établit à 59 ; 55 et 47 g/j/kg p^{0.75} respectivement pour le lot 3, le lot 1 et le lot 2.

La fécondité (fertilité X prolificité) s'est améliorée avec le numéro de mise bas, elle passe de 75 et 50 % respectivement pour les brebis du lot 1 et du lot 2 à la première mise bas à 87 et 57 % à la 2^{ème} mise bas. Cependant, on a enregistré une diminution de la fécondité des brebis du lot 3 (lot FL) de 100 % à la première mise bas à 67 % à la deuxième mise bas, probablement due à l'état d'engraissement des brebis qui pourrait affecter la fertilité.

Aucune mortalité des agneaux à la naissance n'a été observée à l'exception du lot 1 où il est enregistré un taux de 28 % dû au faible poids à la naissance.

La production laitière du lot 3 pour les brebis consommant uniquement du foin de luzerne est supérieure à celle du lot 1(PTU et 400 g de concentré) et du lot 2 (PTU et 500 g de concentré). Elle est respectivement de 1178, 780 et 970 g/j/brebis. Cette production laitière n'a pas permis l'obtention d'agneaux plus lourds à 45 jours d'âge, de même que pour le poids au sevrage puisque ce dernier est statistiquement comparable. Il est de 13 ; 14 et 13 kg respectivement pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3.

Les paramètres plasmatiques obtenus sur les brebis consommant la paille traitée à l'urée sont comparables à ceux rapportés dans la littérature. La concentration plasmatique à jeun en protéines totales varie de 60 g/l à 70g /l, l'urémie de 0,28g/l à 0,60g/l, la créatinémie de 30 à 85 µmol/l et les transaminases de 25 à 115 UI/L.

A la lumière de ces résultats, il semblerait que la paille traitée à l'urée correctement complémentée ne provoque pas d'intoxication et ne diminue pas les performances de reproduction des brebis. Cependant, il conviendrait de poursuivre le travail pour mieux approfondir les données relatives à la mesure des paramètres plasmatiques et de reproduction.

Références bibliographiques

- ABAR, I et BABACI, H., 1998.** Synthèse des connaissances sur le traitement des pailles à l'ammoniac ou à l'urée en Algérie. Mémoire ingénieur agronome, INA, El Harrach, Alger, 98 p.
- ABDOULI, H., 1994.** Complémentation des pailles de céréales *in* : Les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéennes. Option méditerranéenne, Série B, 6 : 97 -107
- AI-HABSI, K., EUGENE, HJ., KADIM I.T., SRIKANDAKUMAR, A., ANNAMALAI K., AIBUSAIDY, R., MAHGOUB, O., 2005.** Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B12 and biochemistry of Omani goats. The Veterinary Journal, Article in press, 7p.
- ALLOUCHE, N., 2008.** Etude comparée des performances de croissance d'agnelles de race « Ouled-Djellal » alimentées à base de foin de luzerne ou de paille traitée à l'urée. Étude de quelques paramètres plasmatiques (Urée, protéines, créatinine et transaminases). Thèse magister, INA (Alger) ,87p.
- ALIBES, X., MUNOZ, F. and FACI, R., 1983.** Treated straw for animal feeding. Some results from the mediterranean area. OECD Workshop, G.R.I. Hurley, U.K. 15-17. February.
- ANTONOVIC, Z., PERANDA, M., STEINER, Z., 2004.** The influence of age and the reproductive status to the blood indicators of the ewes. Arch. Tiers., Dummerstorf, 47(3), 265-273.
- BA, A. A., 1993.** Etude de la variation de la composition chimique et de la dégradabilité *in sacco* des pailles de céréale cultivées en Tunisie. Leur réponse au traitement à l'urée et leur comparaison aux foin de vesce avoine. *Thèse 3ème cycle. Institut National Agronomique de Tunisie. 55 pp.*
- BALCH, C.C. and CAMPLING, R.C, 1962.** Regulation of voluntary food intake in ruminants. Nutr. Rev., 32: 669-686.
- BAUCHART, D., 1993.** Lipid absorption and transport in ruminants. J. Dairy Sci., 76: 3864- 3881.
- BAUCHOP, T., 1979.** Rumen anaerobic fungi of cattle and sheep. Appl. Environ. Microbiol., 38: 148-158.
- BAUMAN, D.E., CURRIE, W. B., 1980.** Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation ; a rview of mechanisms involving homeostasis and hhomeorhesis. J. Dairy Sci. 63 : 1514-1529.
- BELHADI, A.H., 1989.** Analyse comparée des performances d'agneaux de race Ouled Djella et croisés F1, Ouled Djella X Mérinos, exploités en milieu steppique, Ain El Bell. Mémoire d'ingénieur Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 102 p.
- BLAXTER, K.L., WAINMAN, F.W. and WILSON, R.S., 1961.** The regulation of food intake by sheep. Anim. Prod., 3: 51-61.

- BOULKEROUA, H. et ZAZOUA, M.R., 1992.** Performances zootechniques comparées des brebis de race Ouled Djellal élevées en bergerie et recevant des rations à base de paille traitée à l'ammoniac ou à l'urée ou non. – 1^{er} cycle de reproduction avec synchronisation des chaleurs. Mémoire d'ingénieur Inst. Nat. Agro. EL-Harrach, 70 p.
- CAJA, G., BOCQUIER, F., FERRET, A., GASA, J., PEREZ-OGUEZL., PLAIXATS, S., OREGUI, L., 2002.** Capacité d'ingestion des ovins laitiers : Effets des principaux facteurs de variation. Option méditerranéenne, serie B , etudes et recherches,1, 42, 13p.
- CANNAS, A., PES, A., MANCUSO, R., VODRET, B and NUDDA, A.,1998.** Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. J. Dairy Sci., 81, 499-508.
- CAPPER, B.S., THOMSON, E.F. and RIHAWI, S., 1989.** Voluntary intake and digestibility of barley straw as influenced by variety and supplementation with either barley grain or cottonseed cake. Anim. Feed Sci. Technol., 26: 105-118.
- CHABACA, R., 1993 :** Valeur azotée des pailles traitées à l'ammoniac ou à l'urée et impact:- de la fixation de l'azote; - des teneuses en substances phénoliques. *Thèse Magister INA EL HARRACH*, 60p.
- CHALUPA, W., CLARK, J., OPLIGER, P., LAVAKER, R., 1970.** Detoxication of amonia in sheep fed soy protein or urea. J. Nutr. 100 : 170-176.
- CHAOUCHE et CHERIF., 2007.** Etude de la croissance –de la naissance au sevrage- d'agneaux issus de mères alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (1^{ère} mise bas). Mémoire ingénieur agronome, INA, El Harrach, Alger, 57 p.
- CHELLIG, R., 1992.** Les races ovines algériennes. Edition O.P.U. 1, place centrale de ben Aknoun, Alger, 80 p.
- CHELIGHOUM, A. et HAMZAOUI, S., 2007.** Etude comparative des performances de reproduction d'antennes de race Ouled Djellal alimentées à base de foin de luzerne ou de paille traitée à l'urée. Mémoire ingénieur agronome, INA, El Harrach, Alger, 57 p.
- CHENOST, M., 1993.** Rapport de la quatrième mission effectuée à Madagascar du 24/1 au 24/2 1993. Projet FAO/TCP/MAG/005 "Le traitement des fourrages à l'urée".
- CHENOST, M., 1995.** Rapport de la troisième mission effectuée en Mauritanie du 30/1 au 17/2 1995. Projet FAO/TCP/MAU/2353 "Le traitement des fourrages grossiers à l'urée".
- CHENOST, M et BESLE, J.M., 1992.** Les pailles traitées à l'ammoniac provenant de l'hydrolyse de l'urée dans l'alimentation de génisses de race laitière en croissance hivernale. Ann. Zootech, 41 :153-167.
- CHENOST, M et DULPHY, J.P., 1987.** Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitement. In C. Demarquilly, éd., Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation. I.N.R.A., Paris, 199-230.
- CHENOST, M. et REINIGER, P., 1989.**Ed., "Evaluation of straws in ruminant feeding". Elsevier Science Publishers L.T.D., 182 p.

CHENOST, M., ROYER, V., CENTRES, J.M., GAILLARD, F et DAVIS, J., 1993.

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. Elev. Méd. Vêt. Pays Trop.*, 46 : 4, 597-608.

CHERMITI, A., 1994. Développements de systèmes d'alimentation des ovins à base de paille traitée à l'ammoniac dans les conditions sud méditerranéennes. In : *les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéennes* éd. Tisserand Zaragoza :lamz, Ciheam, série B :étude et recherche option méditerranéennes 6 :109-117.

CHERMITI, A et NEFZAOU, A., 1991. 2ème rapport annuel du projet STD paille. *TS 2A-0250 M (CD) INRA Tunisie CEE.*

CHERMITI, A., NEFZAOU, A., TELLER, E., VANBELLE, M., 1991. Optimisation du traitement des pailles de céréales à l'ammoniac et à l'urée, l'évaluation de l'efficacité du traitement à partir des pertes des produits volatiles. *Revue de l'agriculture, land boutijidochrift*, 44 : 973-982.

CHESNEL, J.F. 1984. Diagnostic des équilibres alimentaires des ruminants et structure de correction .SARL CODISLAIT, vie de distribution des produits NEOLAIT BPN 122120. YEFINAC France.

CHESSON, A., 1986. The evaluation of dietary fibre. In Livingstone R.M., ed. "Feedingstuffs Evaluation. Modern Aspects, Problems, Future Trends. Feeds publication 1, Aberdeen, 18-25.

COGNIE, Y., 1988. Nouvelles méthodes utilisées pour améliorer les performances de reproduction chez les ovins. *INRA Prod. Anim.*, 1(2), 83-92.

COLUCCI, P.E., FALK, D., MACLEOD, G and GRIEVE, D.G., 1992. *In situ* organic matter degradability of untreated and urea treated varieties of spring barley and oat straws, and of untreated varieties of winter wheat straws. *Anim. Feed Sci. Technol.* 37: 73-84.

CORDESSE, R., FACI, R., MUNOZ, F., ALIBES X et GUESSOUS F., 1989.

Long-term utilization of ammonia treated straw for ewes in Mediterranean countries .In:Evaluation of straws in ruminant feeding. Eds Chenost M,Rieninger L P;Eldsevier, Amsterdam 80-85.

COUGHLAN, M.P. and AMARAL COLLACO, M.T., 1997. Ed., "Advances in Biological Treatment of Lignocellulosic Material". Elsevier Science Publishers L.T.D., 358 p.

CRAPLET, C et THIBIER, M., 1984. Le mouton : production génétique, alimentation et maladies. 4ème édition, Ed Vigot Frères, France, 568p.

CUVELIER, C., CABARAUX, J-F., DUFRASNE, I., ISTASSE, L., HORNICK J-L., 2005b. Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez le ruminant. *Ann. Méd. Vét.*, 149 : 117-131.

DAKICHE, S., MAHMOUDI, N., 1996. Bilan des travaux sur les performances zootechniques des agnelles et des brebis alimentées à base de paille traitée à l'ammoniac ou à l'urée ou non traitée. Mémoire d'ingénieur. I.N.A. El-Harrach (Alger), 65p.

- DEBECHE, E., 2006** . Contribution à l'étude de l'élevage bovin laitier en milieu semi aride : Cas de la wilaya de M'sila. Mémoire d'ingénieur Inst. Nat. Agro. El-Harrach (Alger), p 98 -114.
- DELAGE, J.,1974**. L'alimentation azotée, Inst. Nat. Agro. Paris- grignon, 148 p.
- DEMARQUILLY, C., CHENOST, M et RAMIHONE, B., 1989**. Intérêt zootechnique du traitement des pailles à l'ammoniac. In Xandé A. Alexandre G., Ed., "Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide." I.N.R.A., Paris, 441-455.
- DEKAR, R., 1994** . Analyse de quelques paramètres plasmatiques chez les brebis de race « Ouled-Djelal » alimentées à base de paille traitée (à l'ammoniac ou à l'urée) ou non et étude de leur digestibilité. *Thèse Ing –agr- INA. EL-HARRACH, 57p.*
- DIAS-DA-SILVA, A.A and GUEDES, C.V.M., 1990**. Variability in the nutritive value of straw cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 28 : 79-89.
- DOYLE, P.T., DEVENDRA, C and PEARCE, G.R., 1986**. Ed. "Rice straw as a feed for ruminants". Canberra. Australia. I.D.P. 117 p.
- DURAND, M., STEVANI, J and KOMISARCZUK, S., 1987**. Effect of some major minerals on rumen microbial metabolism in a semi-continuous fermentor (Rusitec). *Med. Fac. Landbouw. Ryksuniv. Gent. 52: 1655-1663.*
- DURAND, M., 1989**. Condition for optimizing cellulolytic activity in the rumen. In "Evaluation of straws in ruminant feeding". Ed. M. CHENOST and P. REINIGER. Elsevier Science Publishers. L.T.D., 3-18.
- F.A.O., 2003** : Annuaire FAO de la production.
- FEHR P. M., GESSOUS, TISSIER M. et SAUVANT D., 1971**. La gestation de la chèvre laitière : aspects alimentaires, pp. 211 – 222. 2^{ème} conférence internationale de l'élevage caprin, Tours, France. Ed. Institut Technique d'Elevage Ovin et Caprin, Paris.
- FENDERSON, C.L., BERGAN, W.G., 1976**. Excess protein for steers. *J. Anim. Sci.* 42: (5) 1323-1330.
- FONTAINE, M., 1988** . *Vad-Mecum du vétérinaire. 15ème édition par l'OPU. Paris. 1642p.*
- FORBES, J. M., 1970**. The voluntary food intake of pregnant and lactating ruminants. *Review Brit . Vet. J.* 126 : 1-11.
- GEENTY, K.G and SYKES, A.R., 1986**. Effect of herbage allowances during pregnancy and lactation on feed intake, milk production, body composition and energy utilization of ewes at pasture. *J Agric. Science (Cambridge)*, 106: 351-367.
- GUEGUEN, L., BARLET, J.P., 1978**. Besoins nutritionnels en minéraux et vitamines de la brebis et de la chèvre. *In: L'alimentation de la brebis et de la chèvre. 4^{ème} journée de la recherche ovine et caprine. INRA et ITOVIC, France, p : 19-37.*
- GUESSOUS et RIHANI., 1992**. Utilisation des pailles dans l'alimentation des ruminants dans les pays de la zone méditerranéenne. 2^{ème} rapport annuel de projet STD. I.V.A. Hassan II Rabat – Maroc. 1 – 18.

- GUGGOLZ, J., Mc DONALD, G.M., WALKER, H.G., GARRETT W.N and KOHLER, G.O., 1971.** Treatment of farm wastes for livestock feed. *J. Anim Sci.*, 33: 284 (abstract).
- HADDAD, O., 1981 .** Contribution à l'étude des profils biochimiques chez les ovins : influence de l'alimentation. Mémoire Maître ES Science.Vet.ENV.Toulouse.136p.
- HADJIPIERIS G. et HOLMES G., 1966.** Studies on feed intake and feed utilization by sheep: the voluntary feed intake of dry, pregnant and lactating ewes. *J. Sci. Camb.*, vol. 66, pp. 217 - 223.
- HARRISON, D.G and Mc ALLAN, A.B., 1980.** Factors affecting microbial growth yields in the reticulo rumen. In, Y. Ruckebusch and P. Thivend, eds, 'Digestive physiology and metabolism in ruminants' MTP Press Limited, Falcon House, England, p. 205-226.
- HASSOUN, P. et BA, A., 1990.** Mise au point d'une technique de fabrication de blocs multinutritionnels sans mélasse. *Livestock Research for Rural Development Vol 2 (2)*.
- HORTON, G.M.J., 1978.** The intake and digestibility of ammoniated cereal straw by cattle. *J. Anim. Sci.*, 58 : 471-478.
- HOUMANI, M., 1998.** Valorisation des pailles Algériennes par traitement technologique dans l'alimentation du cheptel. *Thèse doctorat sciences agronomiques. INA, EL-HARRACH.154p.*
- HUNTINGTON, G. B., 1997.** Starch Utilization by Ruminants: From Basics to the Bunk. *J. Anim. Sci.*, 75: 852—867.
- IBRAHIM, M.N.M., FERNANDO. D.N.S and FERNANDO, S.N.F.M., 1984.** Evaluation of different methods of urea-ammonia treatment for use at village level, in DOYLE, P.T. (Ed.): The utilization of fibrous agricultural residues as animal feeds. Proceedings of the third annual workshop of the AAFARR Network held at the University of Peradeniya, Sri Lanka, 17-22 April, 1983. School of Agriculture and forestry, University of Melbourne, Parkville, Victoria, 131-139.
- I.N.R.A., 1978.** Alimentation des ruminants. Edition INRA route de St Cyr 78000, versailles 579p.
- I.N.R.A., 1988.** L'Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications. Route de Saint-Cyr, 78000-Versailles. 471 p.
- JACKSON, M.G., 1977.** Review article: the alkali treatments of straw. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 2:105-130.
- JACKS ON, M.G., 1978.** Treating straw for animal feeding. *FAO Animal Production and Health Paper. N° 10.* FAO Rome.
- JARRIGE, R., 1978.** Ovins In : Alimentations des ruminants, INRA 78000 Versaille, 403 - 441.
- JARRIGE, R., 1988.** ingestion et digestion des aliments, In : Alimentations des bovins, ovins, caprins, INRA, 31- 56.
- JEAN-BLAIN, C., 2002.** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. E.M.Inter., Editions TEC et DOC, 424p.

- JOHNSON W., TRIMBERGER G. W., WRIGHT M. J. et HENDERSON C. R., 1966.** Voluntary intake of forage by Holstein cows influenced by lactation, gestation, body weight and frequency of feeding. *J. Dairy Sci.*, vol. 49, p. 856.
- JOUANY, J.P., 1975.** Etude des traitements permettant d'améliorer la valeur alimentaire des fourrages pauvres (pailles). *Bull. Techn. CRZV Theix, I.N.R.A.*, 21 : 5-15.
- KAYOULI, C., 1979.** Amélioration de la valeur alimentaire de la paille par le traitement à la soude dans les zones méditerranéennes : Exemple Tunisie. Thèse, Institut National Agronomique de Tunisie.
- KAYOULI, C., 1988.** Rapport de Mission. Projet TCP/NER/6758 – Traitement à l'urée des fourrages grossiers en milieu agricole. Niger.
- KAYOULI, C., 1994a.** Rapport de mission. Projet FAO – PNUD/NER/89/016 Niger : Traitement à l'urée des fourrages grossiers.
- KAYOULI, C., 1994b .** Rapport de mission, Projet TCP/CMB/2254 € : Plan d'urgence pour la sauvegarde du bétail au Cambodge.
- KHALDI, G., 1983.** –Influence du niveau alimentaire de gestation et pendant la lactation sur la production laitière de la brebis et la croissance de l'agneau de race barbarine en année sèche. *INRAT*, 26p.
- KIANGI, E.M.I., KATEGILE, J.A and SUNDSTØL, F., 1981.** Different sources of ammonia for improving the nutritive value of low quality forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 6 : 377-386.
- KRAIEM, K., ABDOULI, H et GOODRICH, R.D., 1991.** Comparison of effect of urea ammonia treatments of wheat straw on intake, digestibility and performance of sheep. *Lives tact Sci.* 29:311-321.
- LAMRANI, F., 1990 .** Valeur alimentaire comparée chez le mouton d'une paille de blé, traitée à l'ammoniac ou à l'urée. *Thèse. Ing-agr. INA El – Harrach, 41-52.*
- LANDAU, S., MORAND-FEHR, P., BAS, P., SCHMIDELY, P., GIGER-REVERDIN, S., 1997.** Nutrition efficiency for conception, pregnancy and lactation in goats with an emphasis on glucose and nitrogen metabolism. *CIHEAIVI - Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol. 25, 59-70.
- LAWRENCE, A., YAKHLEF, H., TRIKI, S et ABADA, S., 1990.** Rapport n° 1, programme de recherche STD paille. *INA. Département de zootechnie, INA, EL-HARRACH (Alger)*
- LAWRENCE, A., TRIKI, S., CHABACA, R., REZZOUG, A., 2000.** Proposition d'une méthode subhumide de traitement des pailles à l'urée. *Ann. Zootech.*, 49: 479-485.
- LENG, R.A., 1990.** Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. reviews*, 3 : 277-303.
- M.A.D.R., 2007.** Statistiques agricoles : effectif du cheptel national. Série B.
- MAENG, W.J., VAN NEVEL, C.J. BALDWIN, R.L and MORRIS. J.G., 1976.** Rumen microbial growth and yields: Effect of ammo acids and protein. *Journal of Dairy Science*, 59: 68-79.

- MARINI, J.C., KLEIN, J.D., SANDS, J.M., VAN AMBURGH, M.E., 2004.** Effect of nitrogen intake on nitrogen recycling and urea transporter abundance in lambs. *J. Anim. Sci.*, 82 : 1157-1164.
- MARX, D. J., 2002.** Les maladies métaboliques chez les ovins. Thèse Doctorat Vétérinaire, ENV d'Alfort, 140p.
- MATTHEW, J., ALLEN, G. L., BARKAWSKI., 1999.** The laboratory small ruminant. *In the laboratory animal Science.* 161p.
- MEPHAM, T.B., LINZEL, J.L., 1967.** Urea formation by lactating goat mammary gland. *Nature*, 214 : 507-508.
- MEZIANE, T., 2001.** Contribution à l'étude de l'effet de la salinité de l'eau de boisson et d'un régime à base de paille chez les brebis de race Ouled Djellal dans les hauts plateaux sétifiens. Thèse Doctorat université de Constantine, 162p.
- MORAND-FEHR, P., DOREAU, M., 2001.** Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. *Prod . Anim.* 14 (1): 15-27.
- NAIT ATHMANE, S., 1999.** Essai d'introduction en zone céréalière des systèmes d'alimentation des ovins basés sur l'utilisation de la paille traitée à l'urée. Mémoire de magister, INA, El Harrach, Alger, 50 - 60.
- NDOUTAMIA, G., GANDA, K., 2005.** Détermination des paramètres hématologiques et biochimiques des petits ruminants du Tchad. Laboratoire de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Farcha BP 433, Ndjaména, Tchad. *Revue Méd. Vét.*, 2005, 156 (4) 202-206.
- OBI, T.U et ODUYE, O.O., 1985.** Haematological changes in natural and experimental paste of small ruminant's virus infection in goats. *Rev. Elev. Med. Vét. Pays. Trop.*, 38, 11-15.
- OTTO, F., VILELA, F., HARUN, M., TAYLOR, G., BAGGASSE, P and BOGIN, E., 2000.** Biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique. *Israel Veterinary Medical Association*, V. 55 (3).
- PAQUAY, R., BISTER, J.L., WERGIFOSSE, F et PIROTTE C., 2004.** Effets de l'évolution poids vif sur les performances de reproduction des brebis. *Renc. Rech. Ruminants*, 11., 397 p.
- PAYNE, J.M., 1983.** Maladies métaboliques des ruminants domestiques. Editions du Point Vétérinaire, 140p.
- PION, R., ARNAL, M., CHAMPREDON, C., PATEREAU, MIRAND, F et BONIN, D., 1980.** L'utilisation des profils métaboliques en alimentation animale – quelques critères biochimiques de l'état de nutrition azoté des animaux domestiques. Cycle approfondi d'alimentation animale, I.N.A. Paris-Grignon, 159-171.
- POPOFF, M., 1981 :** Données biochimiques chez les ovins : application au diagnostic différentiel de quelques maladies métaboliques. *Bull Soc. Vét. Prat. France*, 9 : 695-706.
- PRUD'HON, M., 1971.** Etude des paramètres influençant la fécondité des brebis et la mortalité des agneaux d'un troupeau de race Mérinos d'arles. Thèse doctorat sciences- Montpellier.

- RATTRAY, P.V., GARRET, W.N., EAST, N.E., HINMAN, N., 1974b.** Efficiency of utilization of metabolizable energy during pregnancy and energy requirement for pregnancy in sheep. *J. Anim. Sci.* 3: (2) 383-393.
- REZZOUG, A., 1991 .** Etude comparative de deux méthodes de traitements des pailles à l'urée en rapport avec le volume d'eau employé. Valeur alimentaire chez le mouton. Mémoire ing., I.N.A., EL Harrach, 35p.
- RICORDEAU, G., BOCCARD, RO., DENAMUR, R., 1960.** Mesure de la production laitière des brebis pendant la période d'allaitement. *Ann. Zootech.* 9 : 97-120.
- ROUX, M., 1989.** Alimentation et conduite de troupeau ovin. Techniques agricoles. Fascicule 3440, 1-45.
- SAHNOUNE, S., BESLE, J.M., CHENOST, M., JOUANY, J.P and COMBES D., 1991.** Treatment of straw with urea. I - Ureolysis in low water medium. *Animal Feed Sci. Technol.*, 34:75-93.
- SAHNOUNE, S., GIRARD, L., BESLE, J.M and CHENOST, M., 1992.** A Kinetic study of ammonization of straw either via hydrolysis or by anhydrous ammonia. *Ann. Zootech.*, p 41 – 41.
- SCHIERE, J.B. and IBRAHIM, M.N.M., 1989.** Ed., "Feeding of urea ammonia treated rice straw". A compilation of miscellaneous reports produced by the Straw'. Utilization Project (Sri-Lanka). Pudoc, Wageningen, 125 p.
- SHALIT, U., MALTZ, E and SLIANIKOVE, N 1991.** water, sodium, potassium and chlorine metabolism of dairy cows at the onset of lactation in hot 23 weather. *J. DAIRY Sci.* 74: 1874-1883.
- SMITH, ML; LEE, R; SHEPPARD, ST and FARISS BL., 1978:** Reference ovine serum chemistry values, an SV et res, Feb; 39 (2): 321-2 Links.
- STIEFEL, J., BABU, Y.K., BUTCHIAH, V and REDDY, N.G., 1991.** Indo-Swiss Project, Andhra Pradesh (ISPA), Visakhapatnam 530 040, India.
- STRISKANDARAJAH, N., KELAWAY, R. C and LEIBHOLZ, J., 1982.** Utilization of low quality roughages, effects of supplementing with casein treated with formaldehyde on digesta flows, intake and growth rate of cattle eating wheat straw. *Br. J. Nutr.* 47: 553 – 563.
- SUNDSTØL, F., COXWORTH, E.M and MOWAT, D.M., 1978.** Improving the nutritive value of straws and other low quality roughages by treatment with ammonia. *World Anim. Review.*, 26:13-21.
- SUNDSTØL, F and OWEN, E., 1984.** Ed., "Straw and other by-products as feed", Elsevier, Amsterdam, 604 p.
- TAINTURIER, D., 1981.** Variation de certains paramètres biochimiques sériques de la vache laitière pendant la gestation et les deux premiers mois de lactation. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle, Inst. Nat. Polytechnique de Toulouse, 103p.
- THERIEZ, G., MOLENAT, G., 1975.** Conduite intensive des troupeaux ovins. Effets du tarissement dès la mise bas sur la fécondité de brebis inséminées tous les 6 mois. *Ann. Zootech.*, 4 : (24) 729 - 742.

- THIVEND, P., FONTY, G., JOUANY, J.P., DURAND, M et GOUET, P., 1985.** Le fermenteur rumen. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 25 : (4B) 729-753.
- THOMSON, N.S., 1983.** In 'Wood and Agricultural residues'. SOLTES E.J. Ed., Academic Press, New York, 101-119.
- TISSIER, M., THERIEZ, M et MOLENAT, G., 1975.** Evolution des quantités d'aliment ingérées par les brebis à la fin de gestation et au début de la lactation: incidences sur leurs performances. *Ann. Zootech.*, 4 :(25) 711 - 727.
- TRIKI, S., 2009.** Communication personnelle.
- TRIKI, S., YAKHLEF, H., LAWRENCE, A et REZZOUG, A., 1998.** Sur une méthode subhumide de traitement des pailles à l'urée. *Ann. Agro. Inst. Nat. Agro.* 19 : 124-134.
- TRIKI, S., 2003.** Recherche sur les besoins en énergie et en azote des ovins algériens de race Ouled Djellal: validation zootechnique. Thèse doctorat d'état, INA, El Harrach, Alger, 100-120.
- TUAH, A.K., LUFADJEU, E., ØRSKOV, E.R and BLACKETT, G.A., 1986.** Rumen degradation of straw. I. Untreated and ammonia-treated barley straw varieties. *Animal Prod.* 43: 261-269.
- TURNER, K.E., WILDENS, S., COLLINS, J.R., 2005:** Intake, performance and blood parameters in young goats offered high forage diets of lespedeza or alfalfa hay. *Small Rum in. Res.* 59: 15-23.
- VERBEKE, R; PEETERS, G., 1965:** Uptake of free plasma amino acids by the lacting cow's udder and amino composition of udder lymph. *Biochem. J;* 94 :183-189.
- VERMOREL, M., 1978.** Utilisation énergétique des produits terminaux de la digestion. In 'Alimentation des ruminants', INRA, Versailles.
- VERMOREL, M., 1988.** Nutrition azotée. In : plant residues of low biodegradability. *Agric Envi* (6) 135-143.
- VIGNON, B., 1976.** La fraction azotée non protéique du lait, importance, nature et variation. *Thèse ENSATA-NANCY.*
- WALLACE, L.R., 1948.** The growth of lambs before and after birth in relation the level of nutrition. *J.Agric. Sci.* 38 :243-401.
- WATTIAUX, M.A., 2004.** Métabolisme protéique chez la vache laitière. l'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin, Madison.
- WATTIAUX M.A et HOWARD W.T., 2005.** Digestion chez la vache laitière. l'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin, Madison.
- WATTIAUX, M.A et GRUMMER, R.R., 2003.** Métabolisme des lipides chez la vache laitière. L'institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin, Madison.
- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M and BREWER, A., 1984a:** Ammonia treatment of straw via hydrolysis of urea. I. Effect of dry matter and urea concentration on the rate of hydrolysis of urea. *Anim. Feed Sci. Technol.* II, 103-113.

- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M and BREWER, A., 1984b.** Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. II - Additions of soya bean (urease), sodium hydroxide and molasses. Effects on the digestibility of urea-treated straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 11: 115-124.
- WOLTER, R., 1992.** Alimentation de la vache laitière. Edition France Agricole, 223p.
- XANDE, E., 1978 :** Valeur alimentaire des pailles de céréale chez le mouton.- Influence de la complémentation azoté et énergétique sur l'ingestion digestive d'une paille d'orge. *Ann. zoot.*, 27 : 583-599.
- YAHIAOUI, A., 1992.** Enquête dans la région de TIARET sur le système traditionnel d'élevage ovin : Rôle de la paille traitée à l'ammoniac dans l'amélioration des performances zootechniques. Thèse de Magister. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 46 p.
- YAMEOGO-BOUGOUMA, V., CORDESSE, R., ARNAUD, A et INESTA, M., 1993.** Identification de l'origine des uréases impliquées dans le traitement des pailles de blé à l'urée et caractéristiques de la flore microbienne présente. *Ann. Zootech.*, 42 : 39-47.
- YAKHLEF, H., 2003 :** Approche systémique pour l'analyse du rôle de la paille traitée à l'urée ou à l'ammoniac dans l'amélioration des systèmes alimentaires des ovins. *Thèse Doctorat. INA. EL- HARRACH, 153p .*

Annexes

Annexe 1: Données tirées des tables de : INRA (1988) pour le calcul de la composition chimique du concentré

	1 kg de MS			
	MS (g)	MAT (g)	UFL	MO (g)
Mais	860.00	101.00	1.27	985.00
Son	877.00	167.00	0.83	946
Tourteaux de soja	878.00	544.00	1.18	952.00

Annexe 2: Valeurs utilisées pour le calcul de la composition chimique du concentré utilisé.

		MF (g)	MS (g)	MAT (g)	UFL	MO (g)
1 kg de [c]	Mais	780.00	70.8	67.75	0.85	660.74
	Son	100.00	87.70	14.65	0.07	82.96
	TS	100.00	87.80	47.76	0.10	81.21
	CMV	10	10.00	/	/	/
	NaCl	10	10	/	/	/
	Somme	1000.00	866.3	130.16	1.02	824.91
100 de MS de[c]	/	115.43	100	15.02	0.12	95.22

Annexe 3 : Poids des brebis des 3 lots en (kg) mesurés mensuellement durant la gestation.

L O	N° Brebis	20/01/2007	24/02/2007	24/03/2007	24/04/2007	Poids moy des 3premes mois	24/05/2007	24/06/2007
L O 1	24276	32.00	37.00	36.70	40.00	37.90	41.80	45.25
	24280	27.00	31.00	30.50	33.40	31.63	33.80	37.65
	24281	31.50	34.00	35.00	37.60	35.53	41.00	41.10
	24286	41.00	46.00	46.00	49.00	47.00	52.20	54.00
	24288	39.00	46.00	46.00	49.00	47.00	52.50	56.35
	24291	25.00	30.50	30.60	33.40	31.50	35.00	39.40
	24292	43.00	49.00	48.00	50.00	49.00	53.00	53.55
	24363	39.70	44.50	44.50	48.00	45.67	50.20	52.10
	Moy± Ecart	34.78± 6.79	39.75± 7.45	39.66± 7.27	42.55± 7.24	40.65± 7.31	44.94± 8.02	47.43± 7.43
L O 2	24277	39.00	44.00	44.50	47.50	45.33	52.00	54.60
	24282	43.00	47.50	48.00	49.00	48.17	50.00	53.45
	24287	47.00	51.50	54.00	56.00	53.83	60.00	66.20
	24290	37.50	41.50	42.00	46.00	43.17	49.00	52.45
	24293	43.00	48.00	48.50	51.20	49.23	57.00	60.15
	24360	33.00	37.50	39.80	44.00	40.43	45.00	48.20
	24364	32.00	33.00	32.20	31.00	32.07	36.50	38.90
	Moy± Ecart	39.21± 5.52	43.29± 6.46	44.14± 7.04	46.39± 7.81	44.60± 7.03	49.93± 7.72	53.42± 8.65
L O 3	24294	38.00	43.50	47.80	48.00	46.43	50.00	51.15
	24295	61.00	66.00	67.00	70.00	67.67	71.90	73.70
	24300	60.00	66.00	66.50	69.00	67.17	72.00	71.10
	24317	58.00	62.50	63.40	66.00	63.97	66.00	73.40
	24318	53.00	57.50	57.50	58.00	57.67	60.50	60.70
	24359	51.00	55.00	57.60	61.00	57.87	63.00	68.50
	Moy± Ecart	53.50± 8.55	58.42± 8.56	59.97± 7.26	62.00± 8.27	60.13± 8.00	63.90± 8.24	66.43± 8.88

Annexe 4: Evolution du poids des brebis au cours de la lactation (kg).

N° lot	N° brebis	Date de MB	Poids à la MB	Semaine1*	Semaine2	Semaine3*	Semaine4	Semaine5*
1	24286	26/07/2007	54	54	46	46,5	47,5	48
	24363	28/07/2007	50	48,5	45,8	43,4	44,5	45
	24291	29/07/2007	38	35	35,5	33,5	34,5	36,3
	24276	30/07/2007	42	41,5	36	36,5	37	37,5
	24379	14/08/2007	40	39	41	39,5	40	39
	24288	16/08/2007	48,3	48	49	50	47	45
2	24290	25/07/2007	50	49	44	42	42,5	43,2
	24293	28/07/2007	49	48	43	41,4	41	41
	24287	31/07/2007	61	63	57,5	56,5	56	56,1
3	24359	26/07/2007	58	60,5	58	59	59,5	61
	24380	27/07/2007	60	62	56,5	56	56	57

MB : mise bas.

*: administration des vitamines.

Annexe 5: Technique de dosage des Protéines totales

Mode opératoire

- 1- On a incubé pendant 10 minutes à une température ambiante.
- 2- La lecture de l'étalon et de l'échantillon se fait face au blanc à 545nm.

	Blanc	Étalon	Échantillon
Eau distillée	20µL	/	/
Étalon de protéine	/	20µL	/
Échantillon	/	/	20µL
Réactif (A)	1.0ml	1.0ml	1.0ml

Annexe 6 : Technique de dosage de l'Urée

Mode opératoire

On place les réactifs à température ambiante.

1. On Pipete dans des tubes à essais : Bien agiter et incuber les tubes pendant 10 minutes à température ambiante (16-25°C)
2. On pipete un deuxième réactif ;
3. Bien agiter et incuber les tubes pendant 10 minutes à température ambiante (16-25°C)
4. lire l'absorbance (A) de l'étalon et de l'échantillon face au Blanc à 600 nm. La couleur est stable au moins 2 heures.
5. Bien agiter et incuber les tubes pendant 10 minutes à température ambiante (16-25°C)
6. On pipete un deuxième réactif ;
7. Bien agiter et incuber les tubes pendant 10 minutes à température ambiante (16-25°C)
8. lire l'absorbance (A) de l'étalon et de l'échantillon face au Blanc à 600 nm. La couleur est stable au moins 2 heures.

	Blanc	Étalon	Échantillon
Étalon urée (S)	---	10 µl	---
Échantillon	---	---	10 µl
Réactif (A) (1^{er} réactif)	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml
Réactif (B) (2^{ème} réactif)	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml

Annexe 7 : Technique de dosage de la Créatinine

Mode opératoire

On a Préchauffé le réactif de travail et l'échantillon ou étalon à 37C° pendant quelques minutes.

Réactif de travail	1.0ml
Étalon (s) ou échantillon	0.1ml

Annexe 8 : Technique de dosage des Transaminases

Mode opératoire

1. Porter le réactif de travail à 30C°
2. doser
3. La lecture se fait à 340 nm, notez au bout de 1 minute l'absorbance initiale et effectuer de nouvelles lectures chaque minute pendant 3 minutes.

Réactif de travail	1000µl
Échantillon	100µl

Annexe 9 : Calcul de la digestibilité de la MO du foin de luzerne

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Foin distribué					Fèces							
M F	M.S	M.S Totale	MO %	MO Totale	Fèces fraîches		MS		Fèces sèches		MO %	
					Anml 1	Anml 2	Anml 1	Anml 2	Anml 1	Anml 2	Anml 1	Anml 2
1200	84,50	1014,00	90,39	916,55	1378,2	1423	33,7	33,6	464,45	478,128	0,84	
1200	84,10	1009,20	90,39	912,22	1364,6	0	32,2	0,0	439,40	0	0,84	
1200	84,10	1009,20	90,39	912,22	1577,8	1552,5	34,0	41,0	536,45	636,525	0,84	
1200	84,10	1009,20	90,39	912,22	1493	1631,7	31,9	31,8	476,27	518,881	0,84	
1200	83,30	999,60	90,39	903,54	1442,8	1583,2	36,0	30,8	519,41	487,626	0,84	
1200	83,30	999,60	90,39	903,54	1380,8	1679	39,0	37,4	538,51	627,946	0,84	
1200	83,30	999,60	90,39	903,54	1535,6	1435,2	35,2	31,3	540,53	449,218	0,84	
1200	83,30	999,60	90,39	903,54	1694,4	1378,8	32,7	32,3	553,50	445,352	0,84	
Moy	83,75	1005,00	0,90	908,42	1483,4	1526,2	34,33	34,03	508,57	520,53	0,84	
Ecart	0,50	5,98	0,00	5,41	115,64	114,80	2,36	3,79	42,44	80,22	0,00	

Annexe 10 : Calcul de la digestibilité des MA du foin de luzerne.

Foin distribué					Fèces							
M F	M.S	M.S Totale	MA %	MA Totale	Fèces fraîches		MS		Fèces sèches		MA %	
					Anml 1	Anml 2	Anml 1	Anml 2	Anml 1	Anml 2	Anml 1	Anml 2
1200	84,50	1014,00	15,06	152,70	1378,2	1423	33,7	33,60	464,5	478,13	0,092	
1200	84,10	1009,20	15,06	151,99	1364,6	0	32,2	0,00	439,4	0,00	0,092	
1200	84,10	1009,20	15,06	151,99	1577,8	1552,5	34	41,00	536,5	636,53	0,092	
1200	84,10	1009,20	15,06	151,99	1493	1631,7	31,9	31,80	476,3	518,88	0,092	
1200	83,30	999,60	15,06	150,54	1442,8	1583,2	36	30,80	519,4	487,63	0,092	
1200	83,30	999,60	15,06	150,54	1380,8	1679	39	37,40	538,5	627,95	0,092	
1200	83,30	999,60	15,06	150,54	1535,6	1435,2	35,2	31,30	540,5	449,22	0,092	
1200	83,30	999,60	15,06	150,54	1694,4	1378,8	32,67	32,30	553,5	445,35	0,092	
Moy	83,75	1005,00	0,15	151,35	1483,4	1526,2	34,33	34,03	508,57	520,53	0,092	
Ecat	0,50	5,98	0,00	0,90	115,64	106,29	2,36	3,79	42,44	80,22	0,00	

Annexe 11: Niveau alimentaire énergétique des trois lots pendant la gestation

Mois de Gestatio	LOT 1			LOT 2			LOT 3	
	P ^{0,75}	MODI(rt) g/A/Kgp ^{0,75}	N.A	P ^{0,75}	MODI(rt) g/A/Kgp ^{0,75}	N.A	P ^{0,75}	MODI(A/Kgp ^{0,75}
1 ^{er} mois	15.85	36,61± 6,74	1,4± 0,26	18.28	31,37± 2,39	1,21± 0,09	21.69	29,82±
2 ^{ème} mois	16.74	33,69± 5,14	1,3± 0,20	19.10	28,76± 3,76	1,1± 0,14	22.49	24,67±
3 ^{ème} mois	17.50	42,83± 5,26	1,65±0,20	20.29	35,26± 4,14	1,36± 0,16	22.76	25,77±
Moy 3M	16,70±1,17	37,71± 4,47	1,4± 0,18	19,22±1,42	31,80± 3,27	1,2± 0,12	22,31±0,76	26,75±
4 ^{ème} mois	18.25	40,39± 4,97	1,55±0,19	21.45	33,93± 5,35	1,3± 0,21	24.45	26,03±
5 ^{ème} mois	19.42	40,71± 1,90	1,5± 0,07	22.23	31,30± 2,79	1,20±0,11	25.73	25,98±

Annexe 12 : Niveau alimentaire azoté des trois lots pendant la gestation

Mois de Gestation	LOT 1			LOT 2		
	P ^{0,75}	MADI(rt) g/A/Kgp ^{0,75}	N.A	P ^{0,75}	MADI(rt) g/A/Kgp ^{0,75}	N.A
1 ^{er} mois	15.85	4,23± 0,74	1,6± 0,29	18.28	3,63± 0,28	1,4± 0,11
2 ^{ème} mois	16.74	3,70± 0,55	1,46±0,22	19.10	3,18± 0,40	1,26±0,16
3 ^{ème} mois	17.50	4,54± 0,55	1,80± 0,22	20.29	3,84± 0,44	1,53± 0,17
Moy 3M	16,70±1,17	4,16± 0,42	1,6± 0,17	19,22±1,42	3,55± 0,34	1,4±0,14
4 ^{ème} mois	18.25	3,98± 0,47	1,5± 0,18	21.45	3,15± 0,46	1,2± 0,18
5 ^{ème} mois	19.42	3,81± 0,17	1,5± 0,07	22.23	3,29± 0,27	1,3± 0,11

Annexe 13: Niveau alimentaire énergétique des trois lots durant la lactation

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Mois de lactation	LOT 1			LOT 2			LOT 3
	P _{0,75}	MODI(rt) g/A/ Kgp ^{0,75}	N.A	P _{0,75}	MODI(rt) g/A/ Kgp ^{0,75}	N.A	P _{0,75}
1 ^{er} mois	16,55	38,15 ± 8,96	1,47 ± 0,34	17,81	35,26 ± 8,79	1,36 ± 0,34	20,95
2 ^{ème} mois	14,69	34,60 ± 7,74	1,33 ± 0,30	16,30	40,02 ± 7,35	1,54 ± 0,28	20,17
3 ^{ème} mois	14,90	39,44 ± 3,34	1,52 ± 0,15	16,48	43,95 ± 6,10	1,09 ± 0,00	20,41
Moy ± Ecart	15,38 ± 0,84	37,40 ± 7,41	1,44 ± 0,29	16,86 ± 0,68	39,74 ± 8,23	1,11 ± 0,04,	20,56 ± 0,28

Annexe 14: Niveau alimentaire azoté des trois lots durant la lactation

Mois de lactation	LOT 1			LOT 2			LOT 3
	P _{0,75}	MADI(rt) g/A/ Kgp ^{0,75}	N.A	P _{0,75}	MADI(rt) g/A/ Kgp ^{0,75}	N.A	P _{0,75}
1 ^{er} mois	16,55	6,12 ± 1,56	2,43 ± 0,62	17,81	5,75 ± 1,60	2,28 ± 0,36	20,95
2 ^{ème} mois	14,69	5,43 ± 1,35	2,16 ± 0,53	16,30	6,56 ± 1,33	2,60 ± 0,53	20,17
3 ^{ème} mois	14,90	6,29 ± 0,69	2,49 ± 0,27	16,48	7,28 ± 1,11	2,89 ± 0,44	20,41
Moy ± Ecart	15,38 ± 0,84	5,95 ± 1,29	2,36 ± 0,51	16,86 ± 0,68	6,53 ± 1,48	2,59 ± 0,59	20,56 ± 0,28

Annexe 15 : Poids moyen et GMQ des agneaux de la mise bas au sevrage

	LOT 1 n=4		LOT 2 n=4		LOT 3 n=3	
	Poids (kg)	GMQ (g/j)	Poids (kg)	GMQ (g/j)	Poids (kg)	GMQ (g/j)
Poids à la naissance	3,85 ± 0,4	/	3,71 ± 0,8	/	3,47 ± 0,5	/
1ère S	4,59 ± 0,5	105,71	4,13 ± 0,9	59,64	4,78 ± 0,3	188,10
2ème S	5,65 ± 0,7	152,14	5,26 ± 1,2	161,79	5,98 ± 0,9	171,43
3ème S	6,78 ± 1,1	160,71	6,44 ± 1,5	167,86	6,82 ± 0,9	119,05
4ème S	8,10 ± 1,5	189,29	7,16 ± 2,1	103,57	7,78 ± 1,3	138,10
5ème S	8,76 ± 1,5	94,64	8,16 ± 2,5	142,86	8,33 ± 1,1	78,57
6ème S	9,61 ± 1,9	121,43	8,83 ± 2,9	94,64	8,78 ± 1,7	64,29
7ème S	11,33 ± 2,7	244,64	10,00 ± 3,3	167,86	9,60 ± 2,1	116,67
8ème S	11,83 ± 2,7	71,43	10,51 ± 3,3	73,21	10,30 ± 2,5	100,00
9ème S	12,45 ± 2,9	89,29	11,18 ± 3,5	94,64	10,90 ± 2,6	85,71
10ème S	12,95 ± 3,1	71,43	11,63 ± 3,6	64,29	11,33 ± 2,5	61,90
11ème S	13,45 ± 3,5	71,43	12,35 ± 3,3	103,57	11,70 ± 2,6	52,38
12ème S	13,94 ± 3,6	69,64	13,35 ± 3,3	142,86	11,75 ± 2,9	7,14

Annexe 16 : Fiche technique des mises bas des 3 lots

N° lot	N°Brebis	Date de M.B.	Etat agneau	Pds naissance	sexe	N° Agneau	observation
Lot 1	24286	26/07/2007	Vivant	54	M	24368	Bonne santé
	24363	28/07/2007	Vivant	50	M	24371	Bonne santé
	24291	29/07/2007	Vivant	38	F	24374	Bonne santé
	24276	30/07/2007	Vivant	42	M	24376	Bonne santé
	24382	14/08/2007	Vivant	40	F	24378	Bonne santé
	24288	/	Morts nés	/	/	/	Morts nés
Lot 2	24290	25/07/2007	Vivant	50	F	24365	Bonne santé
	24293	28/07/2007	Vivant	49	F	24373	Bonne santé
		29/07/2007	Vivant		F	24374	Bonne santé
	24297	14/08/2007	Vivant	61	M	24377	Bonne santé
Lot 3	24359	26/07/2007	Vivant	58	F	24366	Bonne santé
		26/07/2007	Vivant		F	24367	Bonne santé
	24317	27/07/2007	Vivant	60	M	29369	Bonne santé
		27/07/2007	Vivant		F	24370	Bonne santé

Annexe 17 : Valeurs individuelles des protéines totales (g/l) des 3 lots

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Lot 1		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution du premier repas						Prélèvement 8 heures après distribution du premier repas							
Animal Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5	Moy	Ecart	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecart
26/02/07	48,86	67,95	62,12	62,45	79,60	64,19	11,11	96,61	99,64	92,83	100,65	102,16	98,38	3,71	77,81	71,29	68,50	72,78	73,53	72,78	3,40
26/03/07	65,13	62,63	78,45	73,45	73,45	70,62	6,54	51,29	56,99	57,35	51,65	48,62	53,18	3,83	52,43	60,40	65,59	56,82	51,83	57,41	5,75
26/04/07	47,24	39,48	42,80	57,88	39,78	45,43	7,64	40,31	53,24	56,10	45,07	50,77	49,10	6,37	62,63	56,81	55,77	56,60	62,22	58,80	3,33
26/05/07	52,90	50,48	49,58	41,68	42,94	47,72	5,21	58,16	56,35	55,34	39,79	49,68	51,86	7,46	52,37	53,97	56,38	51,57	50,16	52,89	2,39
26/06/07	49,83	57,94	65,86	55,43	62,19	58,25	6,17	42,14	45,28	46,43	53,87	49,08	47,36	4,41	50,95	52,69	62,96	54,63	49,79	54,21	5,23
26/07/07	60,19	55,16	63,01	50,12	53,75	56,45	5,15	53,64	58,50	69,57	50,14	56,16	57,60	7,38	58,50	55,19	74,24	53,25	68,80	61,99	9,10
26/08/07	56,53	62,81	67,88	57,95	60,99	61,23	4,46	62,37	58,21	62,74	54,43	70,30	61,61	5,93	58,87	59,84	72,36	70,21	62,97	64,85	6,11
26/09/07	58,13	73,63	63,43	68,53	75,87	67,92	7,28	72,61	78,12	77,71	87,30	77,71	78,69	5,32	75,21	69,07	74,30	68,84	73,16	72,12	2,97
26/10/07	60,30	70,36	68,69	78,69	72,55	70,12	6,67	73,65	80,58	69,58	78,36	80,55	76,54	4,81	76,30	70,58	68,96	75,89	74,51	73,25	3,29
Lot 2		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution du premier repas						Prélèvement 8 heures après distribution du premier repas							
Animal Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5	Moy	Ecart	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecart
26/02/07	61,80	62,12	72,64	55,98	72,15	64,94	7,24	102,66	88,79	87,78	104,68	76,68	92,12	11,59	79,67	54,35	79,86	83,02	83,77	76,13	12,31
26/03/07	71,37	74,70	65,13	68,46	67,21	69,37	3,74	58,77	49,69	51,83	48,44	53,43	52,43	4,03	53,03	59,81	55,22	59,21	43,86	54,22	6,44
26/04/07	52,03	52,81	45,46	50,43	44,22	49,19	4,17	52,29	55,33	42,21	63,32	50,01	52,63	7,70	57,43	60,55	60,76	72,62	62,42	62,76	5,80
26/05/07	52,46	50,12	53,36	55,69	54,79	53,28	2,17	39,18	44,23	48,67	45,44	57,96	47,10	6,97	57,39	59,39	56,18	48,16	53,37	54,90	4,35
26/06/07	57,94	48,86	47,70	40,17	46,74	48,28	6,37	52,22	47,42	48,58	39,66	42,96	46,17	4,92	61,22	62,19	56,57	63,93	57,54	60,29	3,13
26/07/07	58,38	67,24	58,18	55,16	54,75	58,74	5,03	44,12	63,35	62,97	56,55	59,66	57,33	7,89	100,47	89,01	98,14	89,40	86,87	92,78	6,09
26/08/07	71,73	65,24	56,33	71,12	57,14	64,31	7,37	60,29	65,01	69,36	66,71	59,91	64,26	4,10	67,67	67,67	65,71	64,34	97,59	72,60	14,04
26/09/09	70,37	66,70	60,17	62,21	49,56	61,80	7,90	82,60	79,95	78,93	106,67	80,77	85,79	11,75	72,71	75,89	62,48	68,39	67,71	69,43	5,12
26/10/07	69,35	56,98	68,36	70,58	62,47	65,55	5,71	79,65	75,68	75,69	65,58	68,58	73,04	5,77	75,98	79,58	89,25	73,58	72,75	78,23	6,71
Lot 3		Prélèvement à jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution du premier repas						Prélèvement 8 heures après distribution du premier repas							
Animal Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5	Moy	Ecart	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecart
26/02/07	54,84	60,18	66,17	79,92	72,80	66,78	9,94	107,46	100,90	99,13	101,65	101,65	102,16	3,14	89,54	83,95	85,07	84,14	81,72	84,88	2,88
26/03/07	64,92	67,42	83,65	72,41	78,24	73,33	7,70	60,55	57,53	62,16	67,86	60,73	61,76	3,80	51,83	57,81	62,40	58,21	62,60	58,57	4,39
26/04/07	67,84	60,56	60,38	60,02	65,53	62,87	3,58	61,42	65,79	51,72	66,17	68,27	62,67	6,61	70,96	70,54	57,43	64,51	67,83	66,25	5,57
26/05/07	52,64	66,29	62,70	59,28	60,36	60,26	5,03	62,20	64,02	72,50	91,89	87,85	75,69	13,59	67,22	69,42	69,42	71,03	77,05	70,83	3,73
26/06/07	62,38	51,37	97,53	98,30	68,17	75,55	21,29	57,01	56,02	55,52	69,57	58,16	59,26	5,85	68,97	67,81	73,04	74,20	63,93	69,59	4,14
26/07/07	72,07	62,61	79,92	76,90	70,25	72,35	6,66	66,46	64,52	64,33	83,57	65,30	68,84	8,28	72,10	66,85	70,16	78,71	58,30	69,22	7,48
26/08/07	72,54	67,88	81,45	82,67	80,44	77,00	6,46	64,82	63,69	67,66	91,66	65,20	70,61	11,86	58,48	60,24	78,62	84,68	80,77	72,56	12,26
26/09/09	71,39	71,39	79,34	88,11	79,54	77,95	6,96	100,14	56,50	68,33	99,74	98,92	84,73	20,80	78,16	76,34	82,93	98,61	90,66	85,34	9,26
26/10/07	75,89	80,58	86,08	79,26	74,35	79,23	4,57	89,65	80,58	95,58	91,05	79,30	87,23	7,02	101,58	85,25	90,25	82,58	85,45	89,02	7,54

Annexe 18 : Valeurs individuelles de l'urée plasmatique (g/l) des 3 lots

Lot 1		Prélèvement à jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution du p						
Animal	Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	MOY	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5	MOY
	26/02/07	1,02	0,46	0,71	0,59	0,99	0,75	0,25	0,97	0,38	0,38	0,30	0,52	0,51
	26/03/07	0,65	0,56	0,69	0,47	0,49	0,57	0,10	0,82	1,17	0,93	0,77	0,59	0,85
	26/04/07	0,45	0,43	0,42	0,66	0,34	0,46	0,12	0,65	0,57	0,75	0,60	0,64	0,64
	26/05/07	0,32	0,36	0,47	0,45	0,35	0,38	0,07	0,53	0,52	0,45	0,59	0,43	0,50
	26/06/07	0,37	0,29	0,39	0,60	0,41	0,41	0,11	0,59	0,47	0,56	0,58	0,46	0,53
	26/07/07	0,41	0,43	0,45	0,62	0,38	0,45	0,09	0,46	0,55	0,64	0,46	0,58	0,54
	26/08/07	0,49	0,37	0,56	0,44	0,45	0,43	0,07	0,83	0,49	0,54	0,63	0,62	0,62
	26/09/09	0,24	0,21	0,52	0,27	0,28	0,30	0,12	0,44	0,34	0,52	0,42	0,41	0,42
	26/10/07	0,25	0,30	0,33	0,30	0,24	0,28	0,04	0,41	0,40	0,36	0,38	0,38	0,39

Lot 2		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution du p						
Animal	Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	MOY	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5	MOY
	26/02/2007	0,58	0,60	0,48	0,56	0,71	0,58	0,08	0,56	0,38	0,37	0,63	0,65	0,51
	26/03/2007	0,26	0,39	0,30	0,44	0,28	0,33	0,08	0,78	0,64	0,61	0,68	0,73	0,69
	26/04/2007	0,45	0,46	0,34	0,51	0,43	0,43	0,06	0,69	0,49	0,41	0,42	0,50	0,50
	26/05/2007	0,20	0,15	0,28	0,31	0,28	0,24	0,07	0,34	0,21	0,26	0,27	0,40	0,29
	26/06/2007	0,34	0,46	0,43	0,58	0,43	0,44	0,09	0,94	0,76	0,53	0,39	0,87	0,69
	26/07/2007	0,31	0,32	0,30	0,30	0,31	0,30	0,01	0,47	0,44	0,61	0,41	0,58	0,50
	26/08/2007	0,55	0,55	0,42	0,29	0,27	0,41	0,14	0,64	0,75	0,41	0,41	0,49	0,53
	26/09/2009	0,55	0,34	0,42	0,38	0,28	0,39	0,22	0,32	0,42	0,34	0,40	0,34	0,36
	26/10/2007	0,40	0,41	0,28	0,30	0,27	0,33	0,07	0,38	0,41	0,35	0,48	0,40	0,40

Lot 3		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution du p						
Animal	Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	MOY	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5	MOY
	26/02/2007	0,49	0,45	0,69	0,67	0,64	0,59	0,11	0,58	0,43	0,85	1,01	0,48	0,66
	26/03/2007	0,53	0,52	0,56	0,70	0,85	0,63	0,14	0,63	0,59	0,63	0,88	0,69	0,68
	26/04/2007	0,53	0,58	0,66	0,48	0,41	0,53	0,10	0,59	0,63	0,77	0,62	0,69	0,65
	26/05/2007	0,65	0,58	0,63	0,52	0,63	0,60	0,05	0,53	0,50	0,72	0,63	0,72	0,61
	26/06/2007	0,60	0,73	0,99	0,89	0,55	0,75	0,19	0,66	0,58	0,74	0,81	0,66	0,69
	26/07/2007	0,53	0,50	0,56	0,89	0,63	0,62	0,16	0,59	0,62	0,65	0,77	0,42	0,60
	26/08/2007	0,72	0,63	0,80	1,33	0,94	0,88	0,27	0,75	0,68	0,99	1,06	1,02	0,90
	26/09/2009	0,63	0,51	0,48	0,25	0,39	0,45	0,14	0,42	0,36	0,74	0,57	0,46	0,51
	26/10/2007	0,40	0,30	0,32	0,36	0,35	0,35	0,04	0,50	0,40	0,43	0,47	0,48	0,46

Annexe 19 : Valeurs individuelles de la créatinine (µmol/l) des 3 lots

Etude comparative des performances de reproduction des brebis de race Ouled Djellal alimentées à base de paille traitée à l'urée ou de foin de luzerne (2ème mise bas).

Lot 1	Prélèvement à jeun							Prélèvement 2 heures après la distribution				
Animal Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecar	A1	A2	A3	A4	A5
26/02/07	11,80	64,90	35,40	29,50	41,30	36,58	19,30	44,25	39,83	35,40	22,13	22,13
26/03/07	54,93	24,41	54,93	30,52	36,62	40,28	14,05	56,32	40,23	64,36	24,14	40,23
26/04/07	26,03	5,21	20,82	67,68	36,44	31,24	23,28	59,00	29,50	59,00	17,70	53,10
26/05/07	79,18	69,87	65,21	69,87	74,53	71,73	5,31	63,72	35,40	31,86	21,24	31,86
26/06/07	41,92	41,92	32,61	37,26	46,58	40,06	5,31	75,86	70,80	80,91	91,03	70,80
26/07/07	76,70	53,10	70,80	64,90	64,90	66,08	8,75	28,55	17,13	39,97	11,42	17,13
26/08/07	78,09	67,68	88,50	72,88	88,50	79,13	9,31	0,00	16,47	41,16	24,70	41,16
26/09/09	19,67	13,11	52,44	13,11	59,00	31,47	22,42	91,78	19,67	72,11	32,78	78,67
26/10/07	36,50	22,01	42,36	33,36	44,07	35,66	8,77	80,50	22,36	60,50	38,85	70,58

Lot 2	Prélèvement à jeun							Prélèvement 2 heures après la distribution				
Animal Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecar	A1	A2	A3	A4	A5
26/02/07	41,30	47,20	100,30	64,90	41,30	59,00	25,03	221,25	132,75	132,75	88,50	132,75
26/03/07	36,62	36,62	67,14	48,83	30,52	43,94	14,57	56,32	88,50	48,27	48,27	32,18
26/04/07	31,24	52,06	67,68	26,03	20,82	39,56	19,69	29,50	35,40	59,00	70,80	41,30
26/05/07	79,18	88,50	88,50	83,84	83,84	84,77	3,90	35,40	38,94	56,64	24,78	56,64
26/06/07	46,58	41,92	41,92	37,26	41,92	41,92	3,29	70,80	80,91	80,91	65,74	75,86
26/07/07	43,17	51,80	47,49	47,49	43,17	46,62	3,61	22,84	62,81	51,39	51,39	34,26
26/08/07	72,88	98,91	83,29	57,26	83,29	79,13	15,36	37,05	49,40	45,28	37,05	37,05
26/09/09	32,78	19,67	45,89	26,22	52,44	35,40	13,59	39,33	65,56	104,89	72,11	78,67
26/10/07	35,25	20,56	41,56	30,12	40,30	33,56	8,56	52,60	65,60	45,50	60,25	69,30

Lot 3	Prélèvement A jeun							Prélèvement 2 heures après la distribution				
Animal Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	Moy	Ecar	A1	A2	A3	A4	A5
26/02/07	82,60	53,10	88,50	76,70	70,80	74,34	13,58	88,50	177,00	44,25	44,25	44,25
26/03/07	79,34	30,52	73,24	42,72	36,62	52,49	22,26	64,36	40,23	64,36	56,32	40,23
26/04/07	78,09	20,82	62,47	72,88	78,09	62,47	24,14	41,30	41,30	76,70	35,40	35,40
26/05/07	65,21	83,84	74,53	69,87	79,18	74,53	7,36	63,72	60,18	74,34	113,28	113,28
26/06/07	32,61	32,61	46,58	41,92	46,58	40,06	7,06	75,86	45,51	80,91	75,86	75,86
26/07/07	56,12	21,59	38,85	47,49	56,12	44,03	14,45	51,39	11,42	5,71	74,23	74,23
26/08/07	83,29	36,44	62,47	72,88	57,26	62,47	17,65	28,81	12,35	20,58	24,70	24,70
26/09/09	104,89	6,56	19,67	91,78	98,33	64,24	47,14	124,56	13,11	19,67	91,78	91,78
26/10/07	102,30	18,65	16,58	85,36	100,00	64,58	43,37	120,89	15,89	28,69	102,58	102,58

Annexe 20 : Valeurs individuelles des transaminases (UI/l) des 3 lots

Lot 1		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution d					
Animal	Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	MOY	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5
	26/02/07	40,22	42,33	27,55	35,42	42,12	37,53	6,23	35,55	58,88	33,33	31,11	43,33
	26/03/07	22,22	43,33	36,66	21,11	40,00	32,66	10,32	24,44	27,78	32,22	24,44	23,33
	26/04/07	20,00	17,78	58,88	36,66	37,77	34,22	16,58	23,33	17,78	48,88	22,22	20,00
	26/05/07	41,11	22,22	46,66	24,44	22,22	31,33	11,66	28,89	42,22	37,77	22,22	32,22
	26/06/07	69,25	44,25	89,25	15,24	58,58	55,31	27,77	55,65	25,36	25,69	58,36	24,65
	26/07/07	25,64	58,25	54,25	28,36	25,54	38,41	16,39	20,00	14,44	45,55	27,77	33,33
	26/08/07	26,66	27,77	32,22	20,00	25,55	26,44	4,40	30,00	36,66	45,55	53,33	44,44
	26/09/07	12,22	26,66	33,33	26,66	43,33	28,44	11,35	58,25	25,36	25,58	65,25	36,36
	26/10/07	25,25	24,36	25,24	25,54	39,58	27,99	6,49	54,25	32,58	24,54	24,58	18,69

Lot 2		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distribution d					
Animal	Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	MOY	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5
	26/02/07	55,25	54,58	25,54	49,58	60,25	49,04	13,67	35,55	25,55	27,78	47,77	47,77
	26/03/07	31,11	13,33	26,66	15,55	22,22	21,77	7,44	35,55	7,78	17,78	22,22	27,78
	26/04/07	30,00	15,55	40,00	26,66	22,22	26,89	9,11	34,44	23,33	22,22	17,78	25,55
	26/05/07	54,44	28,89	20,00	35,55	48,88	37,55	14,15	38,88	17,78	24,44	26,66	34,44
	26/06/07	58,24	24,58	36,54	24,58	14,58	31,70	16,75	21,58	25,25	36,25	18,25	14,25
	26/07/07	14,58	25,58	53,25	30,58	25,89	29,98	14,27	36,66	21,11	23,33	24,44	38,88
	26/08/07	30,00	26,66	28,89	25,55	37,77	29,77	4,80	22,22	34,44	26,66	24,44	32,22
	26/09/07	27,78	43,33	33,33	51,11	34,44	38,00	9,21	24,25	36,58	25,58	24,25	53,25
	26/10/07	35,25	28,25	35,42	25,87	43,25	33,61	6,85	25,24	25,46	54,65	35,69	24,58

Lot 3		Prélèvement A jeun						Prélèvement 2 heures après la distributi					
Animal	Date	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	MOY	Ecart	A1	A2	A3	A4	A5
	26/02/07	54,25	58,65	57,65	38,25	46,25	51,01	8,64	30,00	84,44	44,44	61,10	42,22
	26/03/07	34,44	23,33	51,11	30,00	43,33	36,44	10,95	25,55	57,77	66,66	47,77	25,55
	26/04/07	24,44	155,54	52,22	48,88	34,44	63,10	52,87	18,89	168,87	43,33	40,00	14,44
	26/05/07	41,11	54,25	74,44	12,22	46,66	45,74	22,59	30,00	36,25	109,99	87,77	98,88
	26/06/07	57,25	58,25	24,25	39,25	40,25	43,85	14,19	54,25	58,69	60,58	54,25	58,26
	26/07/07	54,25	156,25	58,25	29,25	20,58	63,72	54,15	26,60	152,36	62,22	93,32	113,33
	26/08/07	33,33	135,65	102,36	52,22	254,22	115,56	87,43	50,00	185,36	89,25	93,32	293,33
	26/09/07	43,33	105,36	47,70	22,22	28,89	49,50	32,90	25,58	189,58	14,58	25,56	65,58
	26/10/07	24,25	65,58	58,69	45,58	26,54	44,13	18,57	25,87	105,24	14,25	25,68	24,68