

***Essai de mise au point pour l'ovin d'un bloc multinutritionnel à base de rebuts de datte***

**effet sur la valeur alimentaire d'une paille de blé**

**Par Brahim HADJSMAIL**

Directeur de Thèse : Mme Chabaca R. Maître de conférences

**Soutenu le : 25/06/07**

devant le jury composé de : Président : Mr Bellal MM. Professeur Examineur : Mr Ghozlane F .  
Maître de conférence Examineur : Mr Yakhlef H. Maître de conférence Examineur : Mr Amara M.  
Chargé de cours



# Table des matières

Remerciements . .	5
Dédicace . .	6
SUMMARY . .	7
RÉSUMÉ . .	8
ص غ ل م ل ا . .	9
Abréviations . .	10
Introduction . .	13
<b>PARTIE 1 : BIBLIOGRAPHIE . .</b>	<b>14</b>
1. Les pierres à lécher et les blocs multinationnels . .	14
1.1. Justification . .	14
1.3. Technologie de fabrication . .	21
2. Les sources de glucides fermentescibles . .	26
2.1. Taxonomie du palmier dattier . .	27
2.2. Répartition du palmier dattier dans le monde . .	27
2.3. Les différents produits du palmier dattier . .	28
<b>PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES . .</b>	<b>34</b>
1. Les aliments . .	34
1.1. La paille . .	34
1.2. Le concentré . .	34
1.3. Les rebuts de datte . .	34
2. Les animaux . .	34
3. Fabrication des blocs . .	34
3.1. Les ingrédients . .	35
3.2. Composition des blocs multinationnels . .	35
3.3. Préparation du mélange . .	35
3.4. Moulage . .	36
3.5. Démoulage et séchage . .	36
4. Les mesures . .	37
4.1. Mesure de la dureté et de la tenue des blocs multinationnels . .	37
4.2. Mesure de la cinétique des pertes d'eau par les blocs . .	38
4.3. Mesure de la prise des blocs par les animaux . .	38
4.4. Mesures des quantités ingérées de paille et de bloc sur une longue période . .	39
4.5. Mesure de la digestibilité <i>in vivo</i> et du bilan azoté . .	40
5. Analyses et calculs . .	40
5.1. Analyses . .	40
5.2. Calculs . .	40
6. Analyses statistiques . .	41
<b>PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION . .</b>	<b>43</b>
1. Caractéristiques physiques des blocs multinationnels . .	43
1.1. Dureté des six blocs sur dix jours . .	43

<b>1.2. Densité des six blocs sur dix jours . . .</b>	<b>44</b>
<b>1 3. Cinétiques de pertes d'eau par les blocs multinationnels . . .</b>	<b>45</b>
<b>1.4. Dureté et densité du bloc expérimental sur 70 jours . . .</b>	<b>46</b>
<b>2. Étude nutritionnelle et valeur de complémentation des blocs . . .</b>	<b>48</b>
<b>2.1. Appétibilité des blocs . . .</b>	<b>48</b>
<b>2.2. Valeur de complémentation pour une paille de blé . . .</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS . . .</b>	<b>59</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES . . .</b>	<b>60</b>
<b>ANNEXES . . .</b>	<b>66</b>
Annexe 1 : Estimation de tonnage des coproduits de palmier dattier. . .	66
Annexe 2 : Évolution de poids des BMN sur dix jours. . .	66
Annexe 3 : composition chimique de la paille et des aliments de complément. . .	67
Annexe 4 : ingestibilité des différentes rations. . .	67
Annexe 5 : Équation de régression des quantités ingérées de paille en fonction de celle de bloc . . .	68
Annexe 6 : différents expression de la consommation d'eau par ration. . .	69
Annexe 7 : digestibilité de MS, MO, MAT, des rations. . .	70
Annexe 8 : digestibilité de NDF, ADF, HEM, CB des rations. . .	71
Annexe 9 : Le bilan azote des animaux consommant les rations. . .	71
Annexe 10 : Le niveau alimentaire des rations. . .	72
Annexe 11 : Coût de 100 kg de BMN. . .	72
Annexe 12 : coût alimentaire journalier par ration. . .	73

## Remerciements

Au nom d'Allah le Clément et le Miséricordieux qui par sa grâce, j'ai pu réaliser ce travail de recherche.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma sincère reconnaissance à :

-**Madame Chabaca R.** pour avoir accepté de diriger ce travail avec patience et compétence ; son aide précieuse et ses encouragements moral qu'elle n'a cessé

De me prodiguer tout au long de l'élaboration de cette thèse, qu'elle

Trouve ici, toute ma gratitude et mon profond respect.

-Monsieur **Bellal M.** pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

-Monsieur **Ghozlane F.** et **Yakhlef H.** qui ont bien voulu examiner ce travail.

-Monsieur **Amara M.** qui a accepté de faire partie du jury, aussi je tiens à le remercier pour son aide dans la mesure des paramètres physiques des blocs multinutritionnels.

- mes remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, en particulier ceux du département de zootechnie et à **Ammi-Chabane**, bibliothécaire du département de zootechnie.

-Je profite également de cette occasion pour remercier chaleureusement mes collègues de l'INA, en particulier ceux de PG. Promotion 04/05 et spécialement **le trio**, qui crée une véritable ambiance de travail et d'échange. Qu'elles trouvent ici ma reconnaissance et mon respect profond.

Enfin je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.

## Dédicace

*A celle qui attend mon retour à chaque coucher de soleil A celle qui m'a comblé d'affection, d'amour et de tendresse, et qui a veillé à côté de mon berceau pour apaiser mes cris de douleurs, et qui n'a cessé de le faire à jamais : **Ma mère** A celui qui est le plus audacieux des hommes, qui n'a cessé de me soutenir moralement et matériellement, m'ouvrant ses bras dans les sombres moments et A ma fiancée Lalla qui m'a incité à continuer le Magister et qui attend ma soutenance avec impatience, ainsi que à toute sa famille. A tous les membres de l'Association Agro scientifique surtout les membres du bureau (sofiane, slimane, messaoude, riad, mouhammed) et les anciens : Maiz, Tellai, Hadjaissa fekhar, Ben Yahaia, Doudou, Salah. Sans oublier Trichinie A., malek B., Benkhalifa A. A tous les collègues que j'ai connu. **Je dédie ce travail original** B. HADJ SMAIL.*

## SUMMARY

The wasted date, by-product of date palm are available in Algeria in significant quantity (120 000 Tons/year) and are used little in animal feeds. This work describes the manufacture of multinutrients blocks (BMN) containing urea and wasted date. They are tested on the basis of their physical quality (hardness, density and held) and to be able to them of complementation of a wheat straw in the sheep compared to a group complemented with 250g of concentrate (L 250)

The basic composition of the blocks is: wasted date (65 to 35%), cement (15%), urea (10%), BMN were tested of which one retained for the whole of work: wasted date 65%, 0% of wheat bran. Its digestibility is 77%.The physical qualities results show the low hardness (2 kg/cm<sup>2</sup>) just like density (2.5 kg/cm<sup>3</sup>) but with a satisfactory held. Tested on sheep, the block appeared very appetizing: the intake is the 423g per day / animal. The complementation of a wheat straw with the BMN allowed an ingestion of straw of 68.0 g/kg p<sub>0.75</sub> (against 69 g for L250) and to establish the digestibility of MO of the total ration with 54 against 55% for L250.The digestibility of the total nitrogenized matters is logically higher for BMN: 70 against 49 just like nitrogenized retention (nitrogen 11g against 6g).On the other hand, the food level is comparable: 1.72 against 1.78; but the growth obtained (215g/j) better than for L250 (125g/j) probably because of a better supply nitrogen is allowed by BMN.

Subject to the validation of these results, the BMN seems to be an excellent complement of the cereal straws for sheep in moderate growth and especially ewe-lambs.

Keys words: multinutrients blocks; wasted date; urea; straws; sheep.

## RÉSUMÉ

Les rebuts de datte, coproduits de palmier dattier sont disponibles en Algérie en quantité importante (120 000 tonnes/an) et sont peu utilisés en alimentation animale. Ce travail décrit la fabrication de blocs multinutritionnels (BMN) à base de rebuts de datte et d'urée. Ils sont testés sur la base de leur qualité physique (dureté, densité et tenu) et de leur pouvoir de complémentation d'une paille de blé chez l'ovin comparativement à un lot complémenté avec 250g de concentré (L 250).

La composition de base des blocs est : rebuts de datte (65 à 35%), ciment (15%), urée (10%), son (15 à 30%), condiment minéral vitaminé (8%), chlorure de sodium (2%). Six formules de BMN ont été testés dont une a été retenue pour l'ensemble du travail 65% de datte, 0% de son. Sa digestibilité calculée est de 77%. Les résultats de qualités physiques montrent une dureté faible ( $2 \text{ kg/cm}^2$ ) tout comme la densité ( $2.5 \text{ kg/cm}^3$ ) mais une tenue satisfaisante. Testés sur des moutons, le bloc s'est révélé très appétible : la quantité ingérée est de 423g par jour et par animal. La complémentation d'une paille de blé avec le BMN a permis une ingestion de paille de 68.0 g/kg p0.75 (contre 69.0 g pour L250) et d'établir la digestibilité de la, MO de la ration totale à 54 contre 55% pour L250. La digestibilité des matières azotées totales est logiquement plus élevée pour BMN : 70.0 contre 49.0 Tout comme la rétention azoté (11g d'azote contre 6g). En revanche, le niveau alimentaire est comparable : 1.72 contre 1.78 ; mais le gain moyen quotidien obtenu (215g/j) est meilleur que pour L250 (125g/j) probablement à cause d'un meilleur approvisionnement en azote permis par BMN.

Sous réserve de la validation de ce dernier résultat, le BMN semble être un excellent complément des pailles de céréale pour des ovins en croissance modérée notamment des agnelles.

**Mots clés :** Blocs alimentaires; déchets de datte ; urée ; paille ; ovins.



## ص خل مل ا

مخلفات التمور، تواجد في الجزائر بكمية معتبرة (120000 طن) قليلة الإستعمال في التغذية الحيوانية. هذا البحث يصف كيفية صناعة القوالب الغذائية ( قأ) من مخلفات التمور والهورط.

القوالب الغذائية جربت وأختبرت على أساس خصائصها الفيزيائية ( المصانبة، الكثافة، المثلث) وقررتها على تحميل ورفع القيمة الغذائية للتمن عند الخرفان مقارنة بمجموعة غذيت ب 250ج من الخلف للمركز (ل 250 غ) للمكونات القصدية للقوالب الغذائية هي: مخلفات التمور (35 – 65 بلاطة)، الأسمت (15 بلاطة)، الهورط (10 بلاطة)، الخنلة (15 – 30 بلاطة)، مكمل معدني فيتاميني (8 بلاطة)، ملح (2 بلاطة).

سنة ( قأ) مختلفة جربت وتم اختيار واحدة : 65 بلاطة من مخلفات التمور، 0 بلاطة الخنلة، النسبة الهضمية تم ب 77 بلاطة. نتيج الحاصلين الفيزيائية تشير الى صلاية ضعيفة (2 كغ/سم) (تماما مثل الكثافة 2.5 كغ/سم) عدا الحل فانه ممتاز.

جد التجربة : تبين أن ( قأ) جد ميدة: القيمة للمكوية تم ب 423 غ في الهورط وكل خروف خمسة التم بالقوالب الغذائية مكن من كل (68 بلاطة غ/كغ و<sup>0.75</sup>) بمقليل 69 غ/كغ و<sup>0.75</sup> لمجموعة (ل 250 غ) وقيمة هضميه للمواد العضوية للوحدة الكالمة ب 54 بلاطة ضد 55 بلاطة ل (ل 250 ج). هضمية الماء الأذوية منطقيا مرتفعة بالسمية ( قأ): 70 بلاطة مقليل 49 بلاطة، كالك تقيث الأذوت 11 غ ضد 6 غ من جهة أخرى المستوى الغذائي أفضل: 1.72 ضد 1.78! لكن متوسط الوزن اليومي المتحصل عليه (215 غ/ي) مرتفع بالمقارنة مع (ل 250 غ) 125 ج/ي، ربما نتيجة تزويد ممتاز بالأذوت بفضل القوالب الغذائية.

مع الاحتياط من تميم ه التقلع، القوالب الغذائية مكن ان تكون نحسن مكمل للتمن فغديه الخرفان في طريق التمور خاصة الرخانت الكلمات المفتاحية: القوالب الغذائية، مخلفات التمور، للتمن، الخرفان، الهورط.

## Abréviations

% Pourcentage

°C Degré Celsius

N Nord

**ADF** Acide détergent fibre

**BASF** Badisch Anilin- of Soda-Fabrik

**ADL** Acide détergent lignine

**ADN** Acide désoxyribonucléique

**ARN** Acide ribonucléique

**AI** Animal

**ATP** Adénosine triphosphate

**BMN** Bloc multinutritionnel

**BN** Bilan azoté

**C** Concentré

**CaHPO<sub>4</sub>** Phosphate mono calcique

**CaSO<sub>4</sub>** Sulfate de calcium

**CB** Cellulose brute

**cm** Centimètre

**CM** Croissance microbienne

**CMV** Complément minéral vitaminique

**Co** Cobalt

**Cu** Cuivre

**CUD** Coefficient d'utilisation digestif

**CUDa** Coefficient d'utilisation digestif apparent

**CUDc** Coefficient d'utilisation digestif de concentré

**CUDp** Coefficient d'utilisation digestif de la paille

**CUDr** Coefficient d'utilisation digestif de la ration

**CV** Cellulose vraie

**d MO** Digestibilité de la matière organique

**ddl** Degré de liberté

**E** Énergie

**EB** Eau bue

**ENA** Extractif non azoté

**F** Force appliquée  
**FAO** Food Agriculture Organisation  
**Fe** Fer  
**g** Gramme  
**GMQ** Gain moyen quotidien  
**h** Heure  
**Hem** Hémicellulose  
**I** Iode  
**IAEA** International agence of energie atomic  
**INA** Institut National Agronomique  
**INRA** Institut National de la Recherche Agronomique  
**J** Jour  
**Kcal** Kilocalorie  
**Kg** Kilogramme  
**Lagtime** Temps de latence  
**LATRACO** Lazaret Transit et Activités Connexes  
**LIGN** Lignine  
**MADI** Matières azotées digestibles ingérées  
**MAT** Matières azotées totales  
**Max** Maximal  
**M-E** Micro éléments  
**Mg** Magnésium  
**MG** Matière grasse  
**MgO** Oxyde de magnésium  
**ml** Millilitre  
**MM** Matière Minérale  
**mm** Millimètre  
**Mn** Manganèse  
**MO** Matière organique  
**MODI** Matière organique digestible ingérée  
**MOI** Matière organique ingérée  
**Moy** Moyenne  
**MS** Matière sèche  
**MSI** Matière sèche ingérée

**MSR** Matière sèche refusée  
**Na Cl** Chlorure de sodium  
**NA e** Niveau alimentaire énergétique  
**NA n** Niveau alimentaire azoté  
**NDF** Neutral detergent fiber  
**NE** Azote excrété  
**NF** Azote fécal  
**NI** Azote ingéré  
**NR** Azote retenu  
**NU** Azote urinaire  
**ONAB** Office National d'Aliment du Bétail  
**P** Phosphore  
**PV** Poids vif  
**QE** Quantité excrétée  
**QI** Quantité ingérée  
**QI BMN/C** Quantité ingérée de bloc multinutritionnels ou de concentré  
**QI MSD** Quantité de matière sèche ingérée  
**QIP** Quantité ingérée de paille  
**QIRT** Quantité ingérée de ration totale  
**R** Coefficient de corrélation  
**R<sup>2</sup>** Coefficient de détermination  
**S** Soufre  
**s** surface subie  
**SAU** Surface agricole utile  
**Se** Sélénium  
**T** Toxine  
**TD** Taux de dilution  
**Temp.** Température  
**UEA** Union émirats arabes  
**UF** Unité fourragère  
**Zn** zinc  
**p<sup>0.75</sup>** Poids métabolique  
**PEG 4000** Poly Éthylène Glycol 4000

---

# Introduction

Il est maintenant commun de dire, queles ressources alimentaires pour le ruminant, posent des problèmes quant à leur quantité et à leur qualité pour un bon nombre de pays en voie de développement.

En Algérie en particulier, l'alimentation des ruminants pendant la moitié de l'année est basée sur les parcours secs, les résidus des cultures (pailles), les chaumes, la jachère, pour plus de 50% des besoins énergétiques du cheptel(Nedjraoui, 2001 ; Mouhous, 2007). Ces ressources fourragères, on le sait sont de faible valeur alimentaire notamment en azote et en micronutriments. Ingérés en l'état, ils couvrent à peine les besoins d'entretien du cheptel. Le déficit fourrager du troupeau est estimé à 2.4 milliards d'unités fourragères (UF ; MAP, 2002). Une partie de ce déficit, environ 50 % peut être comblé par le traitement des pailles à l'ammoniac ou à l'urée maintenant bien connu (Triki, 2003; Chabaca, 2004) ou par l'apport en concentré bien souvent importé.

Dans une soixantaines de pays du sud, d'autres solutions qui pourraient être avantageuses ont été proposées : la distribution aux animaux de blocs multinutritionnels riches en glucides et azote non protéique rapidement fermentescibles et en micronutriments. La source de glucides et d'azote la plus utilisée dans le monde est la mélasse, co-produit de sucrerie et l'urée (Sansoucy, 1986).

Malheureusement, l'Algérie ne dispose pas de mélasse en grande quantité susceptible d'être utilisée à grande échelle. Par contre, le pays génère tous les ans une moyenne estimée à 125 000 tonnes de rebuts de datte (annexe 1) aussi riche en énergie fermentescible que la mélasse. Son utilisation dans l'alimentation animale dans notre pays n'est pas actuellement optimisée.

Ce travail a donc pour but, d'étudier la possibilité de fabriquer un bloc multinutritionnel à base de rebuts de datte pour compléter des rations à base de fourrages pauvres comme la paille avec l'objectif d'un niveau alimentaire de 1 à une croissance modérée. Du même coup, valoriser un coproduit abondant dans le pays. Dans une première partie, après une étude bibliographique sur les blocs multinutritionnels et les sous-produits de palmier dattier, nous proposons notre méthode de travail expérimentale dans une deuxième partie et enfin, en troisième partie, nous présentons et discutons les résultats obtenus.

# PARTIE 1 : BIBLIOGRAPHIE

## 1. Les pierres à lécher et les blocs multinutritionnels

### 1.1. Justification

---

Les aliments grossiers conventionnels habituellement offerts aux ruminants ne permettent pas en général, de couvrir l'ensemble de leurs besoins en minéraux et en vitamines (Andrews et al ; 1972 ; Jouany, 1975), notamment lorsqu'ils sont servis en plat unique.

Dans ces conditions, le recours à la complémentation est de règle. Elle consiste à apporter aux microorganismes du rumen les éléments nécessaires à leur croissance en assurant ainsi des conditions favorables pour leurs activités ; mais aussi à l'animal pour ses besoins d'entretien et de production (Durand et Kawashima, 1979).

Ces microorganismes du rumen desquels dépendent l'utilisation des fourrages, ont des besoins en minéraux propres, notamment en P (minimum 8 g/kg de MS), S (2 g/kg de MS), Mg (1 g/kg de MS), Zn (50 mg/kg de MS), Cu (10 mg/kg de MS), Mn (50 mg/kg de MS). Ainsi, le phosphore est le constituant de l'ATP, de l'ADN et de l'ARN. De même, le soufre est utilisé par les microorganismes pour la synthèse de leurs acides aminés soufrés qui profiteront par la suite à l'animal. Le magnésium, le cuivre, le fer, le zinc, le cobalt tout comme les vitamines jouent un rôle physiologique et métabolique capital comme cofacteurs de nombreux enzymes (INRA. 1988).

Une complémentation minérale est donc toujours souhaitable et indispensable en élevage intensif surtout, pour des animaux à fort potentiel de croissance ou de production laitière. Mais aussi, aux animaux nourris avec des fourrages pauvres pour améliorer la digestibilité de ces derniers. La complémentation minérale est souvent offerte sous la forme de pierre à lécher (mélange de macro et de micro éléments) ou introduite directement dans la ration de concentré avec les vitamines, c'est le complément minéral vitaminique (CMV).

Le tableau 1 emprunté à Chabaca (2004), résume les principaux facteurs qui contrôlent la digestibilité des fourrages grossiers dans le rumen.

	Effets	Optimiser à MO	Références
<b>E</b>	Lag time énergie 3-4h apport d'énergie rapide : céréales, mélasse, pulpes d'agumes, de betterave (active la synthèse de Glycocalyx) fourrages verts → la croissance bactérienne (CM) ↓ lag time. Si le % de concentré > 30% → ↓ du pH et activité cellulolytique et digestibilité de paille. Fourrages verts, sources de bactéries adhérentes.	Concentré céréales : 10-15 %; mélasse 8%; pulpes : 30%; fourrages verts 50%.	INRA 1978 ; Silra et Orskov, (1985); Erbe et al.; 1982; Dulpky et al.; 1987 ; Leng, 1990 ; Barrios-Urdumatz, 2003.
<b>PR</b>	Activation de la CM	Minimum 8% de la MS	-
<b>pH</b>	Nombre ; composition espèces microbienne ; pH optimum synthèse protéique : 5.7-6.2, dégradation de la paille : 6.7- 7.0	Nature et qualité de concentré : 6.4-7.0	INRA 1978 ; Russel 1984 ; Stewart et Bryant 1987.
<b>S</b>	8g/kg MS de microbes ratio SN de 20 dans les bactéries ; S nécessaire pour synthèse Met, cys, active la CM, la cellulolyse mais peut ↓ la disponibilité de Cu.	2 g/kg de MS	INRA 1978 ; Harrison et Mc Allan, 1979 ; Durand 1987 ; Shivani et al.; 1988 ; INRA 1988 ; Aulicino et al.; 2003.
<b>P</b>	2- 6% des microbes ; 4 - 8g/l chez l'ovine ; constituants des nucléotides et de nombreuses enzymes ; rôle dans l'utilisation de l'énergie ; activateur de la CM et de la cellulolyse.	2.5 g/kg MS	INRA 1978 ; Durand 1987; Komisarow et al.; 1988.
<b>Mg</b>	0.29% de la MS des microbes ; composants d'enzymes ; carence ↓ l'attachement des microbes, CM et cellulolyse	1 g/kg de MS	INRA 1978 ; Durand 1987; INRA 1988; Leng 1990.
<b>M-E</b>	Les micro-éléments : cuivre ; manganèse ; fer ; zinc et le cobalt : composant de système enzymatique, et vitamines ; trop de fer peut entraver l'utilisation du cu, Mn et Zinc.	Mn : 50 mg ; Zinc : 50 mg ; fer : 30 mg ; Cu : 10 mg.	INRA 1978 ; Durand et Kawashima 1979 ; INRA 1988 ; Mullins et al.; 2003.
<b>TD</b>	Taux de dilution → → CM, en ↓ l'énergie de maintenance ATP utilisées passe de 0.65 à 0.24 pour des TD de 0.06 à 0.02h <sup>-1</sup> ; TD pourrait être de 0.04 pour des rations de paille.	-	INRA 1978 ; Harrison et Mc Allan 1979 ; NRC 1985 ; INRA 1988 ; NRC 2001.
<b>T</b>	Absence de toxicité : substances phénoliques ↓ l'attachement des bactéries ↓ la cellulolyse	0	Durand 1987 ; Ramana et al.; 2003.

Tableaux 1: Les principaux facteurs contrôlant la digestibilité des pailles dans le rumen.

**E** : énergie, **Lag time** : temps de latence ; **CM** : croissance microbienne, **M-E** : micro-éléments, **PR** : Protéines, **TD** : Taux de dilution, **T** : toxicité. Chabaca (2004). 1.2. Typologie

On peut distinguer deux types de pierres à lécher, en fonction de leur composition chimique : des pierres à lécher comme complément aux fourrages riches, apportant uniquement des suppléments en minéraux et/ ou en vitamines ; des pierres à lécher comme complément aux fourrages pauvres qui apportent en plus des minéraux et des vitamines, de l'azote et de l'énergie fermentescibles : on parle alors souvent de blocs multinutritionnels.

### 1.2.1. Pierres à lécher comme complément aux fourrages riches

Ils sont de différents types et leur nom commercial est variable selon l'entreprise qui les fabrique mais aussi selon leur composition chimique et l'animal cible (espèces et état physiologique). Parmi les noms les plus communément trouvés :

- bloc alimentaire.
- bloc à lécher.
- pierre à lécher.
- pierre à lécher de sel.
- bloc de sel.
- pierre de sel.
- Pierre magnésienne.
- Pierre de sel-oligos.
- Pierre minéral

Le tableau 2 nous donne quelques exemples de compositions selon différents fabricants.

Nom	Destination	Espèce	P	Ca	Mg	Na	Zn	Mn	Fe	I	Se	Co	Cu	VitA g/kg	Vit B3	VitE g/kg
<b>Nom chez Vital Concept</b>																
Pierre à mouton (10kg)	engraissement	Ovins	5%	15%	3%	15%	20g/Kg	5 g/Kg	2 g/Kg	0.15 g/Kg	0.015g/Kg	0.05g/Kg	-	-	-	-
Pierre magnésienne (10kg)	engraissement	Ovins, bovins	2%	10%	10%	21%	3.5g/kg	3.5g/kg	2.5g/kg	0.001g/kg	-	0.05g/kg	0.8g/kg	-	-	-
Pierre de sel-oligos (10kg)	engraissement	Ovins, bovins	-	-	2.5g/kg	38%	8.9 g/kg	7.45g/kg	0.93g/kg	-	-	-	1.45g/kg	-	-	-
Pierre phosphocalcique (10kg)	Lait	vache	5%	15%	3%	16%	3.5 g/kg	3.5 g/kg	-	0.1 g/kg	-	0.05 g/kg	1.45g/kg	-	-	-
<b>Nom chez ADIEL</b>																
Pierre Oligo (12kg)	Viande	bovins	2%	5%	5%	20%	8.25g/kg	7 g/kg	-	0.1 g/kg	0.012g/kg	0.05g/kg	1.5 g/kg	-	-	-
Pierre 5-15-3(12kg)	Lait, viande	Ovins, caprins, bovins	5%	14%	3%	12%	3.5 g/kg	3.5 g/kg	-	0.1 g/kg	0.012g/kg	0.05g/kg	0.8 g/kg	-	-	-
<b>Nom chez PROVIDI</b>																
Bloc à lécher (10kg)	croissance, gestation	Chevaux	6%	17%	2.2%	11%	4 g/kg	3 g/kg	4 g/kg	0.08 g/kg	0.008	0.032g/kg	0.5 g/kg	-	-	-
Pierre à sel iodé (10kg)	entretien	Chevaux	-	-	-	38.5%	-	-	-	0.3g/kg	0.025g/kg	-	-	-	-	1
<b>Nom chez LECKSTEIN REINES SALÉ</b>																
pierre à lécher de sel (25kg)	-	bovins, chevaux, caprins	-	-	0,1%	97%	1 g/kg	0.85g/kg	-	0.1g/kg	0.01g/kg	0.02g/kg	0.2g/kg	-	-	-
Pierre minéral (25kg)	-	bovins, chevaux, caprins	10%	20%	5%	2%	5 g/kg	4 g/kg	-	0.2 g/kg	0.05g/kg	0.05g/kg	1.2g/kg	400	100	0.3

Tableau 2 : Exemples de composition de pierre à lécher chez différents fabricants.

D'une manière générale, le composant le mieux représenté est le sodium. Les pierres à lécher sans urée (pierres minérales) conviennent pour la majorité des animaux d'élevage : bovins, petit ruminants, équins, camelins..., ils favorisent et régulent l'ingestion et participent à la couverture des besoins des microorganismes en macro et micro éléments.

Du point de vue nutritionnel, ce type de complémentation permet une meilleure valorisation des fourrages riches, notamment par l'optimisation de l'activité du rumen. Sur le plan zootechnique, l'utilisation des pierres à lécher permet aux animaux de couvrir leurs besoins d'entretien en minéraux et vitamines et de réaliser des performances pondérales ou laitières.

### 1.2.2. Pierres à lécher comme complément aux fourrages pauvres

En Australie, en Nouvelle Zélande et en Afrique du Sud etc., les mélanges liquides mélasse-urée ont été utilisés depuis de nombreuses années pour apporter un complément azoté minéral et énergétique (mélasse) aux animaux consommant des fourrages pauvres. La contrainte majeure de ce système réside cependant dans le transport, la manipulation (produit visqueux), le stockage et la distribution. La solidification a résolu ce problème.

Il faut noter que les blocs multinutritionnels contiennent de l'urée, leur consommation doit obéir à des règles particulières, compte tenu de la toxicité qu'elle peut présenter si elle est mal utilisée. Pour Chenost et Kayouli (1997) :

La distribution des blocs multinutritionnels est réservée aux ruminants (bovins, ovins, caprins, camélidés, buffles), seuls les ruminants sont en effet capables d'utiliser l'urée dans les blocs grâce aux microbes de leur rumen.

Les blocs sont à utiliser comme complément et non comme aliments de base : les blocs multinutritionnels sont des compléments catalytiques permettant de mieux valoriser les fourrages pauvres ingérés par le ruminant mais pas de les remplacer. Un minimum de fourrage grossier dans le rumen est indispensable, il est donc exclu de donner des blocs à un animal affamé dont la panse est vide car il risque de s'intoxiquer par suite d'une consommation excessive d'urée.



Il convient de respecter une période de transition et de ne présenter les blocs aux animaux que progressivement sur une à deux semaines, pour permettre aux microbes du rumen de s'adapter à ce nouveau complément contenant de l'urée.

La distribution des blocs multinutritionnels doit être effectuée de façon régulière et continue.

Un total de 42 formules ont été développées à la fin des années quatre-vingt-dix à travers les 12 États membres (Bangladesh, Chine, Inde, Indonésie, Malaisie, Mongolie, Myanmar, Pakistan, Philippines, Sri Lanka, Thaïlande, Vietnam) dans le cadre des projets régionaux de coopération technique de la division FAO/IAEA (comité technique) : RAF/5/041, RAS/5/030<sup>1</sup> et RAS/5/035 et par les projets nationaux du comité technique de l'IAEA.

Un total de 8 694 fermes intéressant des milliers d'animaux : vaches laitières, ovins, buffles<sup>2</sup> et chèvres ont été employés à travers ces 12 États membres pour l'évaluation des blocs multinutritionnels. La quantité de blocs fabriquée dans ce cadre est évaluée à 1 260 tonnes/an.

Compte tenu des ingrédients localement disponibles dans ces différents pays et des objectifs recherchés, de très nombreuses formules ont été testées en faisant varier la nature et la proportion des ingrédients. On constate qu'il y a une large intégration d'autres sous produits ligneux tels que : grignons d'olives, feuilles d'olivier, gruaux de blé, pulpes de datte, son, paille broyée, marcs de raisins, litière de volaille, etc.... Selon Sansoucy (1986), la formule d'origine des blocs multinutritionnels résulte, des travaux effectués dans le cadre du projet FAO/IAEA en 1984 par Barker en Égypte. La formule était la suivante : mélasse : 50 %, urée : 10 %, chaux vive : 10 %, sel : 5 % et son de blé : 25 %.

A partir de cette formule, de nombreuses variantes ont été introduites, selon les disponibilités en ingrédients dans le pays, leur prix, leur plus ou moins grande facilité d'emploi et la qualité des blocs obtenus. Les principales sont répertoriées dans les tableaux 3 (sans mélasse) et 4 (avec mélasse).

Ingrédients (%)	Numéros d'auteurs										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Son de blé	65	60	25	24	-	32	32	20	0-39	263	35
Son de riz	-	-	-	-	-	22	-	15	-	-	-
Crusau de blé	-	-	-	-	-	-	-	10	-	132	-
Gaignon d'olive	-	-	22	20	-	-	-	-	10-78	395	-
Pulpe de datte	-	-	-	-	-	-	46	38	-	-	-
Egues de barbarie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Litière de volaille	-	-	20	20	-	20	5	15	8-35	-	-
Urée	10	10	8	10	10	7	5	8	3-7	66	10
Ciment	10	-	15	5	15	-	-	-	0-10	-	10
Chaux vive	5	20	-	10	-	12	8	10	4-10	88	-
Sel (Na Cl)	5	5	10	10	65	5	3	5	22-5	44	-
CMV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
Bremix	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	5
CaS O4	-	-	-	-	-	2	1	2	-	-	-
Ehosphate bi calique	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paille broyée	-	-	-	-	-	-	-	-	0-10	-	-
Drêche de brasserie	-	-	-	-	-	-	-	-	0-65	-	-
Orge en grain	-	-	-	-	-	-	-	-	0-25	-	-
<b>Composition chimique (% de MS)</b>											
MS (%)	-	-	-	-	85	89	-	-	-	866	815
MO	-	-	-	-	-	698	-	-	-	691	714
MAT	-	-	-	-	25	318	-	-	-	235	212
CB	-	-	-	-	-	446	-	-	-	-	202
NDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	219	-
ADF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	187	-

Tableau 3 : Composition de quelques blocs multinutritionnels à base d'urée (sans mélasse)

1-2- Hassoun et Bâ (1990); 3-4 Hadjipanayiotou et al (1993a); 5- Yue-ming et al (2005); 6-7-8- Salman (1999 ); 9- Hadjipanayiotou (1996); 10- Ben Salem et al (2002); 11- Chermiti (1998).

Ingrédients (%)	Numéros d'auteurs												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mélasse	45-50	45	50	35-40	8	10	10	20	50	9,5	9,3	35,17	35,1
Son de blé	-	-	21	-	-	-	20	24	25	36,4	30,3	25,84	25,8
Son de riz	25	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
son de manioc	-	-	-	0-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grossier de riz	-	-	-	10-38	11,2	15	-	-	-	-	-	-	-
Grains de maïs	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-
farine d'os	-	-	-	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farine de viande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,39	3,39
Gagnon d'olive	-	-	-	-	-	-	15	-	-	13,9	10,1	16,85	-
Litière de volaille	-	-	-	-	-	-	20	21	-	-	-	-	17,8 2
Urée	10	15	9	5-10	16	12	8	10	10	11,4	11,1	4,46	3,49
Ciment	5-15	-	-	-	-	-	15	8	-	11,6	11,2	11,04	11,0
Chaux vive	0-5	9	15	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Chaux éteinte	-	-	-	10	10	10	-	7	-	-	-	-	-
Bentonite de sodium	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sel (Na Cl)	5	4,5	5	5	26	26	6	10	5	5,8	5,6	0,83	0,83
CMV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	5,5	1,04	1,04
Oligo-éléments	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prémix	-	-	-	0-2	23,8	22	3	-	-	1	1	-	-
Soufre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23	0,23
Calcaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,15	1,15
MgO	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaHPO <sub>4</sub>	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
FEG 4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	-	-
<b>Composition chimique (% de MS)</b>													
MS (%)	-	-	77,4	-	95,8	95,1	72	-	-	-	-	84,2	84,2
MAT	-	-	29,2	-	40	31,1	32	-	-	38,1	36,9	22,2	21,5
MO	-	-	74,2	-	-	-	63	-	-	70,5	72	73,3	69,4
CB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	4,9
NDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,1	21	-	-
ADF	-	-	-	-	-	-	14	-	-	11,7	8,7	-	-

Tableau 4 : Composition de quelques blocs multinutritionnels à base d'urée (avec mélasse).

12- Sansoucy (1986) ; 13- Sudana et leng (1986) ; 14- Rajkomar (1991) ; 15- An et al (1993) ; 16-17- Yuzhi et al (1993) ; 18- Nyarko-badohu et al (1993) ; 19- Hadjipanaiotou et al (1993b) ; 20- Chenost et kayouli (1997) ; 21- 22- Moujahed et al (2000) ; 23-24- Houmani et Tisserand (1999).

L'examen des formules rapportées dans les tableaux 3 et 4 indique une grande variation des proportions d'ingrédients. Le CMV varie entre 1 et 10%, celles des liants entre 1 et 15%. Le sel et l'urée étaient présents dans la plupart des formules. Les ingrédients porteurs d'énergie et d'azote, représentent la majeure partie des blocs.

La valeur nutritive des blocs dépend en outre des sous-produits agro-industriels incorporés ; certains d'entre eux peuvent être des sources de protéines par exemple : graines de coton, drèches de brasserie, pulpe de tomate. D'autres, plus spécifiquement fournissent l'énergie (pulpes d'agrumes, pulpe de datte...), tandis que certains sont plus

particulièrement des sources de fibres qui participent à la dureté des blocs ( son, marcs de raisin, grignons d'olive...).

Ces tableaux montrent donc que cette technologie fournit une véritable flexibilité dans la composition des blocs multinutritionnels pour ajuster les proportions de chaque ingrédient selon sa disponibilité et son coût.

### 1.2.3. Facteurs de variation du niveau de consommation des blocs

Les trois principaux facteurs influençant le niveau de consommation des blocs multinutritionnels sont : la dureté, la dose d'urée et l'espèce animale.

#### La dureté

La dureté du bloc affecte son niveau d'ingestion. S'il est trop mou, il peut être consommé en grande quantité avec des risques de toxicité car il contient de l'urée. De même, s'il est trop dur sa prise peut être fortement limitée.

Cette consommation doit être limitée et répartie dans le temps pour éviter une surcharge du rumen en ammoniac qui passerait dans le sang. Pour cela, les blocs doivent être suffisamment solides pour en limiter l'ingestion ; mais aussi, pour assurer leur transport sur de longues distances.

#### La dose d'urée

Des niveaux élevés en urée peuvent réduire la prise du bloc et celle du fourrage grossier. Ainsi, El Fouly et Leng (1986), montrent que la consommation de paille qui était respectivement de 550 et de 441g/j avec des doses d'urée de 10 et de 15% diminue pour se situer à seulement 326g/j avec une dose de 20% d'urée (Tableau 5). De même, la quantité de bloc ingérée diminue avec l'augmentation de la dose d'urée. Elle passe ainsi de 136, 112 et 18g respectivement pour des doses d'urée de 10, 15 et 20%.

**Tableau 5 : Effet de la dose d'urée sur la prise du bloc et de paille par des agneaux (g/j).**

Dose d'urée dans le bloc multinutritionnel (%)	10	15	20
Ingestion de bloc (g/agneau/j)	136	112	18*
Ingestion de paille (g/agneau/j)	441	550	326

*Tableau 5 : Effet de la dose d'urée sur la prise du bloc et de paille par des agneaux (g/j).*

\*4 sur 5 agneaux n'ont pas léché leurs blocs. El Fouly et Leng (1986).

#### Le type animal

D'après les résultats du tableau 6, la prise du bloc varierait avec le type d'animal. Exprimée en g/Al /j elle varie de 10 à 784 g/j chez les petits ruminants (ovins, caprins), de 150 à 800 g/j chez les bovins, buffles, et de 300 à 500 g/j chez les camélidés (tableau 6).

Numéros d'auteurs	Ration de base	Espèce	Ingestion (g/j)		Digestibilité%		GMQ (g/j)
			grossier	BMN	MO	MAT	
5	Paille de riz	Agneaux	534	10	58.4	45.7	-
				243	-	-	+115
6-7-8	Paille	Erebis Awassi	-	252	-	-	+77
				150	-	-	+40
10	Acacia	Ovins	37.3*	22.3*	52.3	39.5	+2
12	Paille	Bovin (250kg)	-	700	-	-	-
		Ovin (30kg)	-	100	-	-	-
13	Paille de blé	Agneaux (22kg)	420	400 #	-	-	+10
14	Paille de riz	Buffles (233kg)	-	500-600	-	-	-
18	paille	Erebis	60*	530 #	-	-	+53
19	Paille	Ovin awassi	770	230 #	-	-	-53
20	paille	Bovins, buffles (adulte)	-	400-800	-	-	-
		camélidés	-	300-500	-	-	-
		Ovins et caprins	-	100-250	-	-	-
21	Acacia	Ovins (46kg)	760.1	272	50.2	51.3	-
22		Ovins (52kg)	773.4	261	53.7	64.2	-
23	paille	Agneaux	727	427.5	56.7	54.5	+83
24			450	784	59.1	60.9	+105
Kimju (1986)	Paille de riz	Buffles	+ 29.5 %	150-185 #	-	-	+700
Tiwari et al; (1990)	paille	Buffles	3.38kg	-	-	-	+288
El Khidir et al; (1989b)	Foin de sorgho	Ovins	678	451	-	-	+ 61

Tableau 6 : Quantités ingérées de bloc multinutritionnel selon différents auteurs.

\* en  $g/kg^{0.75}$  ; # en g/100kg PV; BMN : Bloc multinutritionnel ; MO : Matière Organique ; MAT : Matière Azotée Totale ; GMQ : gain moyenne quotidien ; 5- Yue-ming et al (2005) ; 6-7-8- Salman (1999) ; 10- Ben Salem et al ( 2002); 12- Sansoucy (1986) ; 13- Sudana et leng (1986) ; **14-** Rajkomar (1991); **18-** Nyarko-badohu et al (1993) ; **19-** Hadjipanaiotou et al (1993b) ; **20-** Chenost et kayouli (1997) ; **21- 22-** Moujahed et al (2000) ; **23-24-** Houmani et Tisserand (1999).

## 1.3. Technologie de fabrication

### 1.3.1. Évolution de la technologie de fabrication

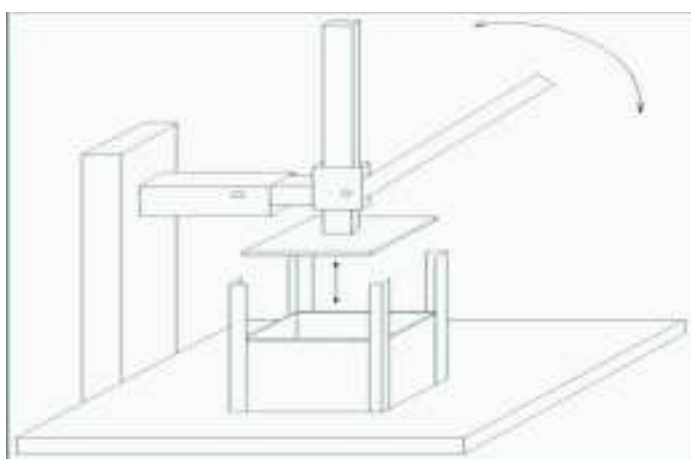
La fabrication des blocs multinutritionnels a connue dans son évolution deux procédés de confection : Le procédé " à chaud" et le procédé "à froid ".

Dans les premiers travaux effectués en Australie, en Inde et aux Philippines..., le procédé de fabrication des blocs multinutritionnels utilisait la méthode de fabrication à chaud. Elle comportait un préchauffage de la mélasse avec l'urée jusqu'à 100-120°C pendant environ 10 minutes, dans une chaudière à double enveloppe où circule de la vapeur d'eau. Un agent gélifiant (oxyde de magnésium) était ajouté à raison de 6 %, ainsi que de la bentonite à raison de 4 %. Le mélange est alors versé directement dans les moules et laissé refroidir lentement pour se solidifier. Cette technique est apparue difficile à appliquer dans les différentes régions à cause de sa consommation en énergie et des difficultés de manipulation à chaud du matériel utilisé (pesée, moulage...).

Le procédé à froid a été décrit en détail par Sansoucy (1986). La formule utilisée par Barker en collaboration avec le professeur Leng, est apparue plus adaptée. Des résultats analogues au procédé à chaud en terme de dureté ont été obtenus sans source extérieure d'énergie et avec la même quantité de liants : 10 % de d'oxyde de calcium (chaux vive) contre 6 % d'oxyde de magnésium et 4 % de bentonite. De plus, l'équipement s'est trouvé simplifié, car la chaudière à double enveloppe n'était plus nécessaire.

L'équipement utilisé en général pour cette nouvelle technique de fabrication à froid comprend : un mélangeur horizontal à palettes, d'une capacité volumétrique de 600 litres environ. Il est muni de deux axes supportant chacun une dizaine de palettes, et actionné par un moteur électrique de 10 Chevaux. Étant donné la viscosité du mélange qui offre une certaine résistance, la quantité traitée à chaque cycle est de 300 kg. La qualité du mélange obtenu avec cet appareil est excellente, et son homogénéité apparaît parfaite. L'ordre d'introduction des différents ingrédients est : (1) mélasse ; (2) urée ; (3) sel ; (4) chaux et/ou ciment ; et (5) son.

Le mélange est alors pesé puis versé dans des moules en acier (20 x 20 x 20cm) (Miller et Thompson, 2003). moulage Le mélange est tassé en utilisant une 'presse' à main simple composée d'une plaque plate (19.5 x 19.5cm c) de 0.6cm d'épaisseur, sur laquelle se monte un levier de type-Y (63 x 30cm) (Figure 1). Un film en plastique est placé dans le moule. En utilisant le levier, on fait descendre la plaque carrée en acier sur la surface du moule, en appuyant avec une pression maximale pour bien tasser le mélange. Le moule dans sa totalité est alors enlevé de la presse, et le bloc se démoule facilement, en retirant uniquement le film en plastique pour qu'il sorte intacte.



**Figure 1** : Presse manuelle pour la fabrication des blocs (Miller et Thompson, 2003).

Il existe une deuxième presse, plus élaborée qui exige un tracteur avec les sorties hydrauliques pour fonctionner (figure 2). Le principe est identique à celui de la presse simple,

toutefois de plus grands blocs peuvent être produits et plus de pression peut être appliquée au bloc pour améliorer sa cohésion. La presse munie d'un vérin hydraulique est placée horizontalement le long d'une armature se prolongeant dans une chambre de presse. Cette chambre est remplie à partir du haut, et un couissant plat est utilisé pour fermer la chambre avant la compression.



**Figure 2 :** Presse hydraulique pour la fabrication des blocs (Miller et Thompson, 2003).

Après le démoulage des blocs, ils sont stockés dans un endroit aéré et ne doivent pas être directement exposés au soleil. Diverses durées de séchage des blocs ont été proposées dans la littérature, mais il s'avère que la durée change avec la composition du bloc (de 10 à 70 j). Les blocs doivent être retournés de temps en temps pour accélérer le processus de séchage.

L'inconvénient du processus "à froid" est qu'il nécessite un certain temps pour le séchage du bloc et le produit final reste aussi un peu hygroscopique. Les avantages sont : l'économie d'énergie réalisée, la simplicité et la facilité de fabrication ce qui n'est pas négligeable.

Au niveau fermier, le procédé « à chaud » a été pratiquement abandonné pour les avantages du procédé « à froid ».

### **1.3.2. Technologie de fabrication de blocs multinuotionnels à la ferme**

Il s'agit de fabriquer un mélange solide approprié contenant de l'urée et des ingrédients énergétiques disponibles localement pour améliorer l'utilisation des fourrages pauvres. Après le séchage, ces mélanges doivent maintenir une structure assez solide pour être transportés sans casse, consommés lentement par les ruminants et éventuellement résistés aux intempéries.

#### **1.3.2.1. Rôles des différents ingrédients**

##### **Urée**

C'est l'élément stratégique que l'on retrouve pratiquement dans toutes les formules ; il s'agit de l'engrais agricole bien connu à 46% d'azote.

Son rôle principal est la fourniture d'azote rapidement fermentescible dans le rumen sous forme d'ammoniac, nécessaire à l'activité de la flore microbienne. Les doses testées varient en générales entre 3 à 20 %. En pratique, son incorporation est en général limitée à 10% afin d'éviter tout risque d'intoxication (Chenost et Kayouli, 1997 ; Sansoucy, 1986),

ainsi que la diminution de l'ingestion du fourrage grossier (El Fouly et leng, 1986 ; Sudana et leng, 1986; Sansoucy et al, 1988 ; El Khidir et al, 1989b).

### Glucides fermentescibles

Afin d'optimiser l'utilisation de l'ammoniac produit par l'urée, les glucides fermentescibles (mélasse, pulpes de betterave, pulpes de datte etc....) sont un excellent générateur d'énergie fermentescible rapidement disponible dans le rumen.

Les glucides constituent un facteur d'appétibilité en raison de leurs teneurs en sucres. Le taux d'incorporation dans les blocs dépend de leurs disponibilités localement et de leurs prix. La mélasse de canne ou de betterave est la source la plus utilisée. Selon Sansoucy (1986), et Chenost et kayouli (1997), la dose utilisée ne doit pas dépasser un taux de 50% du mélange du bloc pour ne pas affecter sa dureté et sa structure.

Des doses de mélasse qui varient de 20 à 75% ont été testées parallèlement à des doses croissantes d'urée (Hadjipanayiotou et al ; 1993a). D'autre part, il a été montré qu'il est possible de concevoir des blocs sans mélasse, dans tous les pays où les quantités disponibles de ce sous produit sont faibles ou inexistantes (Hassoun et Bâ, 1990 ; Hadjipanayiotou , 1996).

### Minéraux et vitamines

Les sels minéraux favorisent et régulent l'ingestion du bloc et celle du fourrage grossier. Ils contribuent à sa solidification (notamment les minéraux) et participent à la couverture des besoins des micro-organismes et de l'animal en micronutriments.

Le chlorure de sodium est couramment utilisé à des taux d'incorporation variant de 5 à 10% (Tableau 4 et 5). Des sels tels que : le phosphate bi calcique ou mono calcique sont aussi incorporés pour enrichir les blocs en phosphore et en calcium. D'autre part, des apports d'oligoéléments et des vitamines nécessaires à l'optimisation de l'activité microbienne dans le rumen sont aussi conseillés.

### Liants

Le ciment de construction est couramment utilisé comme liant pour la fabrication des blocs multinutritionnels, afin de leur conférer une structure solide. En général les doses utilisées varient de 5 à 15%. Sansoucy (1986) et Hassoun et Bâ (1990), recommandent une dose de 10%, qui ne constitue pas à ce niveau un danger pour l'animal. Hadjipanayiotou et al (1993a) ; Hadjipanayiotou (1996) et Chenost et Kayouli (1997) préconisent la même dose.

phosphate mono La chaux vive a aussi été utilisée comme liant pour la fabrication des blocs ; c'est la chaux qui se présente en pierre et qui dégage de la chaleur en présence d'eau. Elle est introduite à raison de 10% comme seul agent liant. La chaux vive a donnée des résultats satisfaisants, avec une structure plus dure que celle engendrée par le ciment.

Le remplacement de la chaux vive par la chaux éteinte a aussi été testé, mais n'a pas donnée d'aussi bons résultats concernant la solidité et la structure du bloc. L'argile utilisée dans la fabrication des briques ou des poteries artisanales, peut être aussi utilisée comme liant, elle a donné des résultats satisfaisants. Tout comme, l'oxyde de magnésium (MgO) et le sodique qui donne les mêmes résultats que la chaux vive. Ben Salem et al (2002), ont utilisé le gruau de blé comme liant et source d'énergie à raison de 13.2% dans les blocs multinutritionnels destinés à l'alimentation des ovins.

### Les aliments fibreux

Le rôle principal de ces ingrédients consiste à absorber l'humidité dans le bloc et à lui conférer une structure suffisamment solide.



L'ingrédient le plus fréquemment utilisé est le son de céréales (blé, riz, sorgho, mil, etc...), qui en plus de son rôle structural, peut constituer une source d'azote et d'énergie (amidon) et de phosphore assimilable pour l'animal (Chenost et Kayouli, 1997). Mais, beaucoup d'autres produits fibreux ont été utilisés dans la fabrication des blocs multinutritionnels ; il s'agit notamment des grignons d'olive (Nyarko-Badohu et al; 1993 ; hadjipanayioutou, 1996 ; Moujahed et al ; 2003) et aussi des téguments d'arachides finement broyés Hassoun et Bâ (1990). Chenost et Kayouli (1997) citent aussi le cas des feuilles d'arbustes de légumineuses séchées, pailles finement broyées, etc....

### **1.3.2.2. Paramètres physiques de fabrication des blocs multinutritionnels**

à La dureté et la cohésion des blocs ont été peu mesurées de façon scientifique. Subjectivement, la méthode de Hassoun (1989), se base sur l'estimation de la dureté des blocs multinutritionnels par la pénétration du pouce dans le bloc. Cette estimation est alors traduite par une note : mous, assez dur, très dur, quand le pouce pénètre facilement, très peu ou avec une plus grande résistance, respectivement.

La cohésion est évaluée quant elle en essayant de casser le bloc à la main. Le bloc est caractérisé par la mention : nul, moyen ou bon quand il se casse facilement, avec difficulté ou avec un grand effort, respectivement.

Ces méthodes sont évidemment très approximatives et présentent beaucoup d'incertitudes et donc, peu reproductibles.

Par la suite, un pénétromètre a été utilisé, ce qui a permis des mesures objectives et reproductibles. La pression et la densité, qui peuvent être mesurés par le pénétromètre ont permis de clarifier deux aspects déterminants qui caractérisent la tenue des blocs multinutritionnels : La dureté et la cohésion.

La dureté peut être influencée par divers facteurs, entre autres :

la qualité de la mélasse : La mélasse ne doit pas être diluée, ce qui est parfois pratiqué pour en faciliter la manipulation. Elle doit avoir un degré Brix (lié au taux de matière sèche) égal ou supérieur à 85.

la nature du liant : chaux vive, ciment ou mélange des deux.

les proportions des différents ingrédients : Plus il y a de mélasse, moins le bloc est dur ; pour un taux de mélasse donné, la dureté varie avec la proportion de liant et de son. Les proportions d'urée et de sel influent également sur la solidification, ces deux produits étant très hygroscopiques.

Sansoucy (1986) rapporte qu'une résistance à la pénétration de l'ordre de 5-6 kg/cm<sup>2</sup> serait convenable pour assurer le niveau de consommation souhaité.

### **1.3.2.3. Procédé de fabrication simple à la ferme**

Quelle que soit la formule choisie, la fabrication des blocs multinutritionnels fait appel à un matériel simple qui est généralement le suivant :

- une bascule d'une capacité liée à la quantité de blocs à fabriquer ;
- un fût ou un demi fût métallique pour la dissolution et le mélange des ingrédients (on peut l'obtenir en coupant un fût entier dans le sens de la longueur) ;

- des moules qui peuvent être de différents types selon les disponibilités ; en général on utilise des bassines en plastique de forme ronde d'environ 20 cm de diamètre et 10 cm de profondeur.

La fabrication peut se diviser en quatre étapes :

### Préparation du mélange

Dans le fût, l'urée et la mélasse sont soigneusement solubilisées dans l'eau (il faut éviter l'agglomération de l'urée qui peut être responsable d'une intoxication), on ajoute ensuite le sel de cuisine, (ce dernier met plus de temps pour se mélanger à la mélasse, 15 min environ, comparée à l'urée).

Les liants (ciment, chaux vive...) sont mélangés à l'eau, puis ajoutés dans le fût en continuant à mélanger minutieusement afin d'assurer une parfaite répartition des ingrédients et une bonne cohésion du bloc. Pour le ciment, il peut aussi être rajouté directement sans mélange préalable avec l'eau.

Les aliments fibreux (le son, grossiers divers...) sont ajoutés lentement au mélange. Il est recommandé d'introduire le son en dernier lieu vu son caractère hydrophile jouant le rôle d'éponge. Cette opération de malaxage se continue jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.

### Moulage

Une fois le mélange prêt, les moules sont remplis tout en assurant un fort tassement à l'aide des deux mains, ou à l'aide d'un manche en bois et de dames assez lourds.

Il est conseillé de couvrir l'intérieur du moule d'un film de plastique pour faciliter le démoulage. Il pourra être réutilisé plusieurs fois.

### Démoulage et séchage

Les blocs sont alors démoulés et déposés sur une aire de séchage, de préférence aérée et ombrée car le soleil risque de provoquer des fissures dans le bloc. Au bout de quinze jours à un mois (suivant la saison) les blocs sont secs et prêts à la distribution.

## 2. Les sources de glucides fermentescibles

L'intérêt d'associer à l'urée et aux minéraux une source de glucides fermentescibles a été évoqué précédemment. Ces sources de glucides sont en règle générale, des coproduits de l'industrie agroalimentaires ou des déchets de récoltes. La mélasse de canne à sucre ou de betterave est de loin la plus utilisée.

Les disponibilités annuelles de part le monde de ce co-produit sont de l'ordre de 30 millions tonnes (Wikipedia, 2006) que se partagent 73 pays, parmi les plus importants, nous citerons le Brésil ; La chine ; la France; l'Indonésie et l'Afrique du sud.

Mais d'autres sources de glucides fermentescibles susceptibles d'utilisation dans la confection de blocs multinutritionnels existent (tableau 7).

Sources	forme	MS	MO	MAT	CB	Ca	P
		g/kg		g/kg MS			
Mélasses de canne	visqueuse	740	877	56	0	7.5	0.5
Mélasses de betterave	visqueuse	761	868	146	0	3.5	0.5
Pulpes de betterave déshydratée	solide	889	912	98	206	13	1
Vinasse de mélasse ordinaire	visqueuse	685	794	398	0	0.1	0.1
Pulpes d'agrumes déshydratées	solide	902	935	70	137	23	1.3
Pulpes de tomate	visqueuse	730	959	189	423	4.0	5.5
Lactosérum	liquide	62	885	129	0	19	10
Datte *	solide	844	740	44	57	2	0.7
Pulpes de datte déshydratée **	solide	928	980	44	116	-	-
Rebutts de datte *	Solide	895	810	69	20	1.4	1.3
Noyaux de datte **	solide	940	820	84	208	-	-

Tableau 7 : Caractéristiques chimiques des sources de glucides fermentescibles susceptibles d'être utilisées dans la fabrication des blocs.

INRA 1988 ; \* Barreveld (1993) ; \*\* El Hag et EL Khanjari, (1992). Nous insisterons plus particulièrement sur les sous produits du palmier dattier, disponibles en Algérie.

## 2.1. Taxonomie du palmier dattier

Le palmier dattier ou *Phoenix dactylifera* L. Appartient aux angiospermes monocotylédones.

Groupe : Spadiciflora.

Ordre : Palmae.

Famille : Palmaceae.

Sub-famille: Coryphoideae.

Tribu : Phoeniceae.

Genre : Phoenix.

Espèce : *Dactylifera* L.

Selon Zaid (2002) la famille des palmaceae regroupe 200 genres et 1500 espèces. Le palmier dattier est un grand arbre de 15 à 20 mètres de haut, au tronc cylindrique (le stipe), portant une couronne de feuilles. Ces dernières sont pennées, finement divisées et longues de 4 à 7 mètres. L'espèce est dioïque. La pollinisation se fait par le vent (anémophilie), cependant en culture, le nombre réduit de palmiers mâles oblige à pratiquer une pollinisation artificielle. (Wikipédia, 2006).

Les fruits (dattes), groupées en régimes, sont des baies, à chair sucrée entourant un noyau osseux qui est en fait la graine.

## 2.2. Répartition du palmier dattier dans le monde

Le point de zéro végétatif pour le palmier dattier est de 7 °C, au-delà de cette température la croissance est activée ; elle atteint son optimum vers 32 °C, et elle continue par un rythme stable jusqu'à 38 °C ; la croissance diminue quand les températures atteignent 40°C. La distribution et la culture du palmier dattier dans le monde, répondent à cette exigence de température.

En latitude, les limites extrêmes de la distribution du palmier dattier dans le monde sont entre 10°N de parallèle (Somalie) et 39°N de parallèle dans l'hémisphère nord (Elche en Espagne et Turkménistan). Les aires favorables sont situés entre 24°N et 34°N de parallèle dans l'hémisphère nord : le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, l'Égypte, l'Irak, l'Iran etc .... Aux États-Unis le palmier dattier se trouve entre 33°N et 35°N de parallèle dans l'hémisphère Nord

En altitude, la carte du palmier dattier se développe et s'épanouit du niveau de la mer le plus bas (Oued Righ en Algérie, Mecca ; Coachella Valley aux USA) à 69 mètres (Touggourt ; Boussaada en Algérie, Elche en Espagne ; Coast en Lybie) entre 100 et 200 mètres (Oodanatta en Australie ; Kayes au Mali, Nord de l'Égypte) et à un seuil maximum de 1630 mètres (Hijaz en Arabie Saoudite).

Le nombre total de palmier dattier dans le monde était de l'ordre de 100 millions en 1995. Ce nombre se réparti entre trente pays. En première position l'Asie avec 60 millions de pieds, représentés par l'Arabie saoudite, le Bahrayn, Émirats Arabes Unis, l'Iran, l'Iraq, le Kuweit, Oman. En deuxième position l'Afrique avec 32.5 millions de pieds qui se répartissent entre l'Algérie (13 505 880 pieds dont 9 370 300 en production), l'Égypte, la Libye, le Maroc, la Tunisie, le Mali et la Mauritanie.

La superficie cultivée de palmier dattier la plus importante se trouve en Iran avec 180 000 ha, suivi de l'Iraq avec 125 000 ha, le Maroc avec 84 500 ha et 45 000 ha chacun pour l'Arabie saoudite, l'Algérie et l'Égypte. La densité de plantation est très variable : de 50 palmiers à l'hectare (Maroc) jusqu'au 577 palmiers à l'hectare (Somalie), entre ces deux extrêmes il y a l'Algérie, la Libye, la Tunisie, avec 200, 254, 133 pieds à l'hectare respectivement.

D'après Zaid (2002), le palmier dattier compte pour plus de 3000 variétés dans le monde ; il y a environ 400 en Iran, 370 en Irak, 250 en Tunisie, 244 au Maroc. En Algérie, sur les 940 recensées, les principales variétés sont : Deglet Nour, Degla-Beidha et Ghars.

La production mondiale de datte s'élève à environ 7 millions de tonnes en 2005. Les dix premiers producteurs sont : l'Égypte, l'Arabie Saoudite, l'Iran, l'Iraq, les Émirats Arabes Unis et le Pakistan, qui représentent 75 % de la production totale. En Algérie, la production est de 500 000 tonnes dont 52% de la variété Deglet Nour. Les principaux lieux de production sont : Biskra ; El-Oued ; Ouargla ; Ghardaïa et Adrar avec 90% de la production nationale.

### 2.3. Les différents produits du palmier dattier

---

Le palmier dattier présente une gamme hétérogène de produits, comprenant des dérivés très variables, qui se différencient d'une région à l'autre selon les habitudes alimentaires et les traditions ancestrales de chaque région.

On peut distinguer trois catégories de produits : la datte, fruit consommé sans transformation ; des produits issus de la transformation de dattes impropres à la commercialisation sous forme de fruit. Enfin, les coproduits dirigés traditionnellement vers l'alimentation animale ou abandonnés.

#### 2.3.1. La datte

Un kilogramme de la pulpe de datte mûre de variété Deglet Nour a la composition suivante (/kg, selon Zaid ; 2002) :

Eau : 220g ; sucres : 730g ; calories : 2 740 Kcal; minéraux : 19g (6 480 mg K ; 630 mg P ; 590 mg Ca ; 580 mg Mg ; 30 mg Fe ; 10 mg Na) ; vitamines : vit A : 500 UI ; Vit B1 : 0.9 mg ; Vit B2 : 1 mg ; autres substances : enzymes, pigments etc....

Selon la catégorie de dattes : molles, demi molles ou sèches, la teneur en sucres totaux varie de 73 à 84.8 % de la MS (tableau 8).

Type de variétés		% Humidité (poids frais)	Sucres totaux (% de MS)	Sucres réducteurs (% de MS)	Saccharose (% de MS)
<b>Molle :</b>	Barhee	37.3	84.8	84.8	0
	Khadrawy	24.4	82.2	82.2	0
<b>Demi molle :</b>	Deglet Nour	24.1	77.1	38.6	38.5
	Dayri	22.2	75.7	70.4	5.3
	Zahdi	13.6	78.2	70.7	7.5
	Zahdi	-	82.0	64.6	17.4
<b>Sèche</b>	Thoori	15.5	73.0	40.9	32.1
	Kinta	-	80.0	35.0	45.0

Tableau 8 : composition en sucres des dattes molles, demi molles et sèches.

Barreveld (1993)

### 2.3.2. Les produits de transformation

Le tableau 9 présente les principaux produits tirés des dattes non commercialisées comme fruits.

produits	Types de dattes utilisées	Procédé de fabrication	Sous-produits générés	Observations
<b>Fâte de datte</b>	Variété molle ou demi molle	Broyage datte dénoyautée (+huile d'olive) et façonnée en boules	Noyaux	Production ménagère et industrielle
<b>Sirop de datte</b>	Datte de qualité secondaire	ébullition (1kg de datte + 3 litres d'eau) + Pressage	Pulpes	utilisé en pâtisserie, fabrication d'autres boissons
<b>Dattes fourrées</b>	Demi molle	farcir les dattes dénoyautées par une farce aux amandes, noisettes ,etc.....	Noyaux	à l'échelle industrielle.
<b>Confiture de datte</b>	Dattes de faible valeur commerciale	Dénoyautées + cuisson (1kg de dattes + 1 litre d'eau + 500g de sucre) + acide citrique	Noyaux + pulpes	à l'échelle industrielle.
<b>Jus de datte</b>	Dattes de faible valeur commerciale	cuire (20 à 30 mn) 500g de dattes+2 litres d'eau +100g de sucre+ tamisé+ajoute l'acide citrique	Pulpes + noyaux	à l'échelle industrielle
<b>Farine de datte</b>	Degla-Beidah et Mechdegl	broyage de dattes dénoyautées	Noyaux	biscuiterie et pâtisserie
<b>Vinaigre de datte</b>	dattes écrasées	infusion de dattes à 35-40° C.	Noyaux+ résidus	Production ménagère
<b>Sucre liquide</b>	dattes de faible valeur commerciale	concentration du sirop de datte après affinage	-	Le coût d'affinage du sirop de datte est onéreux.

Tableau 9 : Les principaux produits de transformation de la datte.

### 2.3.3. Les coproduits de récolte

#### Rebuts de datte

Les rebuts de datte sont les écarts de tri. Ils représentent la catégorie de dattes impropre à la consommation humaine. La production annuelle est estimée à 125.000 tonnes (annexe 1). Les principales catégories de rebuts de datte sont récapitulées dans le tableau 10.

Les catégories de rebuts de datte les plus abondantes sont le Sich et le H'chef.

Tableau 10 : Les principales catégories de rebuts de datte en Algérie.

Catégories	Origine et caractéristiques
1- Sich	Datte non fécondée, ne possède pas de noyau.
2- H'chef	Datte sèche déshydratée, par manque d'eau et d'éléments nutritifs, elle n'a pas atteint le stade de maturation, peut être causé par suite d'une lésion de hampe ou du pédicelle.
3- M'soussa	Datte véreuse, attaquée par l' <i>Ectomélois</i> .
4- Kehla	Datte noire par oxydation.
5- Belha	Datte immature, très riche en eau.
6- Seksak.	Datte tardive, immature.
7- Boufaroua	Datte attaquée par <i>Olégonichus Afrasiaticus</i> .
8- Mâakoufa	Datte recroquevillée.
9- Melbouza	Datte écrasée.
10- Caoutchoutée	Datte déshydratée, dure et élastique.
11- Mangouba ou Mantoucha	Datte attaquée par les oiseaux.
12- Makhmoudja	Datte pourrie.
13- Mangoura	Datte pourrie au niveau du calice.
14- Datte bille	Datte naine

Chehma (1998).

La composition chimique moyenne des rebuts de datte est donnée dans le tableau 11. La forte variabilité des composants s'explique par la nature très diverse des rebuts. Le produit est composé essentiellement d'ENA (+ 73 % de la MS).

Auteurs	En % de MS						
	MS (%)	MAT	MG	CB	MM	ENA	sucres
<b>Maatallah (1970)</b>	77.00	1.40	1.25	1.50	1.70	94.15	75.00
<b>Robinson et al (1974)</b>	88.00	3.6	-	5.10	-	-	-
<b>Khal (1982)</b>	97.90	3.69	2.68	10.30	3.40	-	-
<b>Ben Touati (1987)</b>	80.80	2.21	-	3.05	1.15	-	-
<b>Ben Attia (1989)</b>	89.66	3.5	1.60	6.69	2.46	85.75	-
<b>Chemafi (1991)</b>	84.66	4.49	2.54	8.64	6.55	77.78	-
<b>Djerroudi (1991)</b>	88.51	7.75	3.77	8.19	7.29	72.80	-
<b>Yerra (1992)</b>	87.50	4.11	-	7.77	3.00	-	-
<b>Bada et Moshah (1994)</b>	90.28	4.23	-	15.43	5.91	-	-
<b>Seldi (1993)</b>	87.66	4.26	-	5.28	3.39	-	-
<b>Belbey (1994)</b>	93.42	4.14	-	5.59	3.65	-	-
<b>El Hag et El Khanjari (1992)</b>	89.5	6.9	-	2	19	-	-
<b>Rehrah et Sennaci (1996)</b>	82.12	7.06	-	7.45	-	-	-
<b>Chehma (1998)</b>	90.40	4.17	-	9.59	4.18	-	-

Tableau 11 : Composition chimique de rebuts de datte.

### Noyaux de datte

Les noyaux de datte représentent la graine de la datte. Selon Munier (1973), ils représentent 7 à 35 % du poids de la datte (selon la variété). Ils sont issus de la production

de pâte de datte, confiture de datte, sirop de datte, dattes fourrées, jus de datte,.... La composition chimique est donnée dans le tableau 12.

On remarquera, une teneur en azote non négligeable tout comme celle des matières grasses et une teneur en ENA appréciable.

Auteurs	MS (%)	En % de MS				
		MAT	MG	CB	MM	ENA
Ali et al ; (1956)	97.71	6.72	7.40	-	3.72	66.63
Richter et Becker (1956)	88.45	3.35	6.98	-	4.89	57.26
El-Shady et al ; (1963)	90.30	6.00	8.10	15.70	2.90	59.10
Salem et Heghaz (1971)	92.03	5.65	9.73	-	1.80	72.54
Kawaja et al ; (1971)	92.03	5.65	9.73	-	1.80	72.54
Alkimani et Al Wash (1975)	91.45	15.33	2.49	-	12.40	42.49
Rachid et Al Wash (1976)	94.23	7.22	6.93	-	3.98	73.44
Merzoug (1981)	92.86	6.15	7.43	-	1.11	-
Khal (1982)	90.40	8.12	-	30.90	3.47	-
Gihad et al ; (1988)	90.50	6.80	7.60	7.67	1.93	75.99
Yerra (1992)	93.60	6.86	-	13.99	2.10	-
Barreveld (1993)	94	8.4	-	20.8	18	-

Tableau 12 : Composition chimique des noyaux de datte.

### Les palmes sèches

Les palmes représentent la partie foliaire du palmier dattier. Chaque année, le palmier dattier doit être débarrassé de ses palmes sèches. On peut obtenir 10 à 20 palmes sèches par pied, (représentant une production moyenne annuelle de 200.000 tonnes ; annexe 1) en fonction des variétés et de la technique de conduite de la culture (en irrigué ou non, fertilisation etc....).

L'utilisation des palmes dans l'alimentation animale est très répandue dans les élevages traditionnels et familiaux surtout pendant les périodes creuses de l'année (été, hiver). Leur composition chimique (tableau 13), les rapproche de celle d'une paille de céréale.

Auteurs	MS (%)	En % de MS							
		MO	MM	MAT	CB	NDF	ADF	Hem	ADL
BENE.D.E.R. (1988)	91.65	90.97	9.03	6.48	25.10	-	-	-	-
Boual (1992)	95.15	85.99	14.01	5.10	-	89.60	43.90	45.70	11.75
Selhi (1993)	95.63	82.78	17.21	4.89	-	89.28	65.3	23.98	20.45
Bada et Mosbah (1994)	93.89	80	19.98	1.80	37.20	-	-	-	-
Chouia et Fezhat (1995)	92.40	81.93	18.07	4.04	28.19	-	-	-	-
Chelma (1998)	94.37	84.74	15.25	3.90	-	89.44	65.30	23.98	20.45

Tableau 13 : Composition chimique des palmes sèches.

### Les pédicelles de datte

Les pédicelles de datte représentent le support des dattes. Le régime est constitué par un ensemble de pédicelles (épillets) fixés sur le palmier dattier par la hampe (pédoncule). La production annuelle est estimée à 9 200 tonnes (annexe 1).



Les pédicelles constituent un déchet important après la cueillette de datte. Ils sont utilisés généralement comme combustible domestique dans la maison ou détruits après la récolte pour éviter l'encombrement dans la palmeraie.

Très peu de travaux ont été réalisés sur l'utilisation de pédicelles de datte en alimentation animale. Leur composition chimique est rapportée dans le tableau 14. Tout comme les palmes, elle se rapproche de celle des pailles de céréales, hormis leur teneur en lignine, qui est plus élevée.

Auteurs	MS (%)	En % de MS							
		MM	MO	MAT	CB	NDF	ADF	Hem	ADL
<b>Bouguerzar (1989)</b>	89.60	9.15	90.85	4.30	-	78.12	37.94	40.17	7.81
<b>Chemafi (1991)</b>	80.80	5.40	94.60	7.00	27.17	-	-	-	-
<b>Hacouache (1991)</b>	89.00	9.47	90.53	4.71	-	63.15	34.92	28.23	5.60
<b>Boual (1992)</b>	95.17	7.78	92.22	5.25	34.28	83.20	32.55	50.65	6.05
<b>Seldi (1993)</b>	95.57	8.24	91.75	4.88	29.23	83.25	54.21	29.06	33.31
<b>Bada et Moshah (1994)</b>	87.73	10.22	89.78	1.69	37.94	-	-	-	-
<b>Chouia et Ferhat (1995)</b>	92.30	6.90	93.10	4.81	36.81	-	-	-	-
<b>Chelma (1998)</b>	90.98	8.03	91.97	3.93	36.55	83.25	53.88	29.06	19.68

Tableau 14 : Composition chimique des pédicelles de datte

### Conclusion

Les palmes sèches et les pédicelles de datte peuvent être utilisés comme un aliment grossier. Leurs teneurs en paroi totale est supérieure à 50 % de la MS ;

Les noyaux broyés présentent le profil chimique d'un concentré à teneur moyenne en matières azotées ;

Quant aux rebuts de datte, ils sont très riches en sucres simples (75 % de la MS). Cette teneur est comparable à celle de la mélasse. Ils pourraient donc constituer un bon support de l'urée dans la fabrication des blocs multinationnels, d'où notre choix de les utiliser comme source d'énergie rapidement fermentescible associée à l'urée.

## **PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES**

Ce travail a été réalisé au laboratoire de zootechnie pour la fabrication des blocs, les mesures des quantités ingérées et des digestibilités ainsi que les analyses chimiques. Les mesures de la dureté ont été faites au laboratoire de machinisme au département du génie rural.

### **1. Les aliments**

#### **1.1. La paille**

---

La paille utilisée est une paille de blé dur non traitée, venant de la société LATRACO de Birtouta dans la région de Blida.

#### **1.2. Le concentré**

---

Il s'agit d'un concentré ovins qui se compose de 78% de maïs, 10% de tourteau de soja, 10% de son, 1% de CMV, et de 1% de Na Cl. Il est fourni par l'unité ONAB de sétif.

#### **1.3. Les rebuts de datte**

---

Les rebuts de datte provenant de la région de Ghardaïa, sont de la campagne de récolte de 2005. Ils ont été séchés à l'air libre sous abri, puis broyé finement à l'aide d'un broyeur à marteaux mobiles.

Ces rebuts de datte représentent un mélange d'environ cinq variétés : Deglet Nour, Ghars, Tamjougharte, Dalte, Tafiziouine, dans des proportions respectives non définies.

### **2. Les animaux**

L'étude a porté sur douze moutons mâles non castrés, âgés d'environ vingt mois. Les animaux proviennent de la bergerie de l'INA ; ils ont subi un déparasitage en début d'expérimentation (par l'ivomec) et placés dans des boxes individuels à l'atelier de digestibilité du département de zootechnie.

### **3. Fabrication des blocs**

---

Il s'agit d'une fabrication manuelle que l'on pourrait reproduire à la ferme. Les opérations se sont déroulées dans un local où la température a varié entre 24 et 30.7° C.

### 3.1. Les ingrédients

Les ingrédients utilisés et leurs caractéristiques sont donnés dans le tableau 15.

Ingrédients	Origine	caractéristiques
<b>Urée agricole (sac de 50 kg)</b>	BASF	46 %N ; pureté : 98.5 %
<b>Chlorure de sodium</b>	Sel du commerce	99.50%Na Cl; 0.25% H <sub>2</sub> O; 50.84mg/kg d'iode
<b>CMV (mg/kg) (sac de 25 kg)</b>	NUTRISTAR - France	Vit A : 1100, VitD3 : 260, Vit E : 1800 ; Vit B1 : 120 ; VitB2 : 250 ; Parthotenate de chlorure : 200 ; Vit PP : 240 ; Vit B12 : 0.5 ; Fe : 2800 ; I : 100 ; Co : 40 ; Mn : 5900 ; Se : 10 ; Mg : 30 000 ; S : 60 000 ; antioxydant : 4000.
<b>Rebuts de datte</b>	Ghardaïa	Mélange de 5 variétés : Deglet Nour, Ghars, Tamjouharte, Dalte, Tafiziouine. Sous forme Broyés.
<b>Ciment (sac de 50 kg)</b>	Cimenterie de Meftah - Alger.	Ciment gris, model : CPI- CEMII/A32.5.
<b>Eau *(mg/l)</b>	Robinet ; INA.	Ca: 160; Mg: 44.16; Na: 288; SO <sub>4</sub> : 183.36; NO <sub>3</sub> : 93; Cl: 221.87; HCO <sub>3</sub> : 366; CO <sub>2</sub> : 39.36.

Tableau 15 : Caractéristiques des ingrédients.

\*: Habes et Mogdad (1997).

### 3.2. Composition des blocs multinutritionnels

Six formules de bloc sont expérimentées. Les variables sont : les rebuts de datte, le son et l'eau (tableau 16).

Tableau 16 : Formules des blocs multinutritionnels à tester (en %).

Ingrédients	BMN1	BMN 2	BMN 3	BMN 4	BMN 5	BMN 6
Urée (46%N)	10	10	10	10	10	10
Rebuts de datte	65	65	50	35	35	50
Ciment	15	15	15	15	15	15
CMV	8	8	8	8	8	8
Sel de cuisine	2	2	2	2	2	2
Son	0	0	15	30	30	15
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Eau (L/100kg)	60	30	30	30	60	60

**BMN** : Bloc multinutritionnel.

### 3.3. Préparation du mélange

Après pesée des différents ingrédients le mélange de ces derniers s'est fait dans l'ordre suivant : dans un grand récipient en plastique, on dissout en premier lieu l'urée dans l'eau ; puis, le sel est additionné ; le tout est mélangé.

Dans un second récipient en plastique, on mélange manuellement les rebuts de datte, le ciment, le CMV et le son. On émiette en même temps les petits agrégats qui se forment dans le mélange (surtout entre les rebuts de datte et le ciment).

Après l'homogénéisation du mélange, on ajoute la moitié de la solution (eau-urée- sel) et on mélange le tout en écrasant les petits agrégats humides. La deuxième partie de la solution est alors ajoutée. On malaxe jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène qui ne s'effrite pas quand on l'écrase entre les doigts.

### 3.4. Moulage

---

Dans des petites bassines en plastiques de 20 cm de diamètre et 15 cm de hauteur qui peuvent renfermer un poids de 2.5 à 3 kg de bloc avant séchage, le mélange est placé puis tassé avec les mains au fur et à mesure jusqu'au remplissage des bassines (figure 3).



*Figure 3 : Moulage des blocs multinutritionnels*

### 3.5. Démoulage et séchage

---

Le démoulage se fait tout de suite après le remplissage de la bassine. Cette dernière est récupérée pour une nouvelle opération. Le déplacement et le retournement des blocs ne doivent se faire qu'après 24 heures de séchage. Durant cette période, la température ambiante a varié de 24 à 27 °C. Après séchage, les blocs pèsent entre 2.5 et 3Kg. La figure 4 montre des blocs en cours de séchage.



Figure 4 : Blocs démoulés en cours de séchage

## 4. Les mesures

### 4.1. Mesure de la dureté et de la tenue des blocs multinationnels

Un dispositif métallique aide à la mesure de la dureté des blocs. Il est composé de dix unités de tubes cylindriques de 15cm de hauteur et 3cm de diamètre (figure 5). Le tube reçoit l'échantillon de bloc dont la dureté est à mesurer. Chaque point de cinétique est mesuré en double. Les tubes sont remplis le même jour de la confection des blocs.

Les mesures de dureté sont faites selon le calendrier suivant :

M1 = 2<sup>ème</sup> jour. M3 = 6<sup>ème</sup> jour. M5 = 10<sup>ème</sup> jour.

M2 = 3<sup>ème</sup> jour. M4 = 9<sup>ème</sup> jour.

La mesure s'est poursuivie sur le bloc définitivement retenu jusqu'à dix semaines à raison d'une mesure tous les dix jours.



Figure 5 : Une unité de dispositif de mesure (détachée et assemblée).

La dureté des blocs est mesurée à l'aide d'un pénétromètre (appareil de mesure de la résistance à la pénétration des matériaux), model 29-39 35 (CN-433A) (Figure 6).



**Figure 6 :** Pénétrromètre model 29-39 35 (CN-433A).

La valeur de la dureté est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Dureté (kg/cm}^2\text{)} = F / S.$$

F = force appliqué (kg).

S = surface subie =  $3.14 \times R^2$  (cm<sup>2</sup>).

Les résultats sont exprimés en kg/cm<sup>2</sup>.

La densité des blocs est obtenue par le rapport entre la pression (kg/cm<sup>2</sup>) et la profondeur de pénétration de l'appareil (cm) :

$$\text{Densité (kg/cm}^3\text{)} = \text{Pression (kg/cm}^2\text{)} / \text{profondeur de pénétration (cm)}.$$

## 4.2. Mesure de la cinétique des pertes d'eau par les blocs

---

Les blocs multinutritionnels 1 ; 2 ; 3 et 5 ont fait l'objet d'une cinétique de pertes de poids par pesée quotidienne.

## 4.3. Mesure de la prise des blocs par les animaux

---

Cette mesure d'appétibilité est effectuée sur un choix fait parmi les six blocs fabriqués (tableau 16) ayant la meilleure tenue et la meilleure dureté à j+10 après la fabrication. Les blocs 4 et 6 ont été éliminés pour cohésion et tenue insuffisante. Les quatre blocs retenus : 1 ; 2 ; 3 ; et 5 sont testés sur 2 animaux pour chaque bloc pendant onze jours, placés dans des boxes individuels paillés, de 2m x 1m pourvu d'abreuvoirs et de mangeoires. Le fourrage de base constitué de paille est distribué à volonté (15% de refus) deux fois par jour (8h30 et 16h30).

La distribution des blocs a respectée une mise à disposition progressive : 1<sup>er</sup> jour : 2h ; 2<sup>ème</sup> jour : 4h ; 3<sup>ème</sup> jour : 6h ; 4<sup>ème</sup> au 8<sup>ème</sup> jour : 8h ; du 9<sup>ème</sup> au 11<sup>ème</sup> jour, les blocs sont laissés à volonté.

La figure 7 montre un animal le premier jour, à la découverte d'un bloc multinutritionnel.



**Figure 7 :** Test d'appétibilité des blocs sur les ovins

De cette expérience est tiré, le bloc expérimental avec lequel seront réalisés les expériences à but zootechnique. Le bloc choisi est le bloc multinutritionnel 2 (voir tableau 16)

#### 4.4. Mesures des quantités ingérées de paille et de bloc sur une longue période

Le bloc utilisé est le bloc 2. Il est sélectionné principalement sur la base de son appétibilité mais aussi, de sa dureté, tenue et de son prix supposé plus bas car à forte proportion de rebuts de datte. Les mesures des quantités ingérées de paille, de bloc ainsi que la prise de poids des animaux est effectuée sur 4 sujets de race Ouled Djellal âgés de 20 mois pesant en moyenne 52 Kg.

Les animaux sont pesés sur une balance d'une portée maximale de 300 kg. Pendant cette période, la paille est distribuée à volonté (15% de refus de la ration total). La période de mesure dure 4 semaines (après une période d'adaptation de 3 semaines).

Compte tenu des quantités ingérées du bloc multinutritionnel 2 ad libitum durant le test d'appétibilité (403g/j), et le besoin de calculer le CUDa de la paille seule, trois rations sont établies (tableau 17)

Rations	Paille	Bloc multinutritionnel	Concentré (g)	Observations
1	à volonté	à volonté	-	Le bloc apportant environ 280g de MO.
2	à volonté	-	250	Le concentré apportant environ 212 g de MO : Lot témoin du lot bloc
3	à volonté	-	100	Pour calculer le CUDa de la paille seule

*Tableau 17. Composition des rations utilisées.*

La pesée du distribué de paille et de bloc, des refus de paille et de bloc est faite chaque matin à 8h 30. Un échantillon de refus de paille est prélevé chaque jour et pour chaque animal pour la détermination de la MS refusée. De même, la consommation d'eau est mesurée quotidiennement.

#### 4.5. Mesure de la digestibilité *in vivo* et du bilan azoté

---

Elle porte sur les trois rations précédentes. Quatre moutons présentant les mêmes caractéristiques que précédemment sont placés dans des cages à métabolisme (figure 8) pour mesurer la digestibilité des rations et le bilan azoté des animaux.



**Figure 8** : Les animaux dans les cages à métabolisme

La mesure est faite selon la méthode de prélèvement total des fèces préconisée par Charlet-Levy (1969), et pratiquée couramment au laboratoire. Les prélèvements sont étalés sur sept jours après deux jours d'adaptation à la cage à métabolisme.

Les urines émises chaque jour pour chaque mouton sont récupérées directement dans des bassines en plastiques contenant 50ml d'acide sulfurique (à 30%) équipées d'un filtre. Elles sont mesurées quotidiennement à l'aide d'un Erlen gradué de 2000 ml de volume. 100 ml sont prélevés puis cumulés par animal et congelés en vue du dosage de l'azote total.

## 5. Analyses et calculs

### 5.1. Analyses

---

Les échantillons prélevés : paille, rebuts de datte, blocs multinutritionnels, refus, fèces, ont fait l'objet d'analyse fourragère et pariétale (selon AOAC, 1975 et par la méthode de Van Soest, 1963) pratiquées en routine au laboratoire (Hammouda 1983, Triki 1988 ; Chabaca 1993, etc....). L'azote des urines est dosé selon la méthode Kjeldhal puis converti en matières azotées totales par application du coefficient 6.25.

### 5.2. Calculs

---

#### Quantités de matières sèches ingérées

La quantité de MS volontairement ingérées est calculée par différence entre la quantité de matière sèche distribuée et celle refusée :

$$\text{MSI (g)} = \text{MSD (g)} - \text{MSR (g)}$$

MSI = matière sèche ingérée (g).



MSD = matière sèche distribuée (g).

MSR = matière sèche refusée (g).

Les résultats sont exprimés en g de MS/kg de PV et en g de MS/kg de P<sup>0.75</sup>.

### Digestibilité

Le coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa), est calculé pour les composant de la ration totale soit directement par la formule suivante :

$$\text{CUDa (\%)} = [(QI - QE) / QI] \times 100.$$

QI = quantité ingérée (g).

QE = quantité excrétée (g).

Soit indirectement, par la méthode de calcul par différence pour la paille seule, le concentré et le bloc seul par la formule :

$$\text{CUDc} = [\text{CUDr} - P (\text{CUDp})] / C.$$

P : paille.

C : concentré ou bloc.

### Niveau alimentaire énergétique (NA e)

Les besoins d'entretien en énergie pour les ovins sont estimés à 23g de MODI par kg du poids métabolique (INRA. 1978), le niveau alimentaire énergétique est estimé par la formule :

$$\text{NA e} = \text{MODI (g / kg p}^{0.75}) / 23.$$

### Niveau alimentaire azoté (NA n)

Pour un besoin d'entretien estimé à 2,52g de MADI par kg de poids métabolique (INRA. 1978), le niveau alimentaire azoté est calculé comme suit :

$$\text{NA n} = \text{MADI (g/kg p}^{0.75}) / 2.52$$

### Bilan azoté

Le bilan azoté est obtenu par la différence entre l'azote ingéré et l'azote excrété par les urines et les fèces :

$$\text{BN (g)} = \text{NI (g)} - \text{NE (g)}.$$

NI = azote ingéré.

NE = azote excrété = azote fécal + l'azote urinaire.

## 6. Analyses statistiques

Nos résultats ont fait l'objet :

D'analyse de variance à un facteur selon le modèle :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Où  $Y_{ij}$  : représente la variable expliquée ;  $u$  : la moyenne générale;  $a_i$  : l'effet facteur et  $e_{ij}$  : l'erreur résiduelle du modèle. Les variables et les facteurs sont visibles dans le tableau 18

**Tableau 18 : Facteurs et variables des analyses de variances réalisées**

variables	facteurs
Dureté	blocs
Densité	blocs
Pertes d'eau bloc	blocs
Ingestion	blocs
Ingestion	rations
Eau	rations
Digestibilité composant	rations
Composant du bilan et bilan azoté	rations
Niveau alimentaire	rations
Gain moyen quotidiens	rations

Puis les facteurs sont comparés deux à deux par le test de Student.

Des régressions linéaires simples de la forme  $y = ax + b$  : étude des relations entre les quantités de paille et de bloc ingérés.

Des régressions d'ordre 2 selon le modèle :  $y = ax^2 + bx + c$  : étude de la cinétique de dureté des blocs sur une longue période.

Les calculs sont effectués à l'aide de logiciel XL. STAT pour l'analyse de la variance et l'établissement de régression linéaire.

# PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

Au total, pour toute l'expérimentation, environ 180 Kg de bloc ont été fabriqués soit environ 90 blocs multinutritionnels.

## 1. Caractéristiques physiques des blocs multinutritionnels

### 1.1. Dureté des six blocs sur dix jours

La dureté et la cohésion, sont deux aspects cruciaux qui caractérisent la qualité physique des blocs multinutritionnels (BMN). Leurs effets directs influent sur les quantités ingérées et sur les pertes de matière en blocs lors de leurs manipulations. Les résultats de mesure de la dureté (kg/cm<sup>2</sup>) sur dix jours des six blocs confectionnés sont donnés dans le tableau 19. La température ambiante durant la fabrication ayant varié entre 24 et 28°C.

N° de BMN	BMN 1	BMN 2	BMN 3	BMN 4	BMN 5	BMN 6
<b>Jours</b>						
<b>J2</b>	0,78	0,89	1,41	1,44	1,18	1,00
<b>J3</b>	0,78	0,72	1,27	1,34	1,13	1,04
<b>J6</b>	0,91	0,92	1,46	1,24	1,21	1,26
<b>J9</b>	0,89	1,18	1,30	1,30	1,39	1,33
<b>J10</b>	0,89	0,98	1,21	1,24	1,54	1,36
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>0,85 ± 0,07</b>	<b>0,94 ± 0,17</b>	<b>1,33<sup>a</sup> ± 0,10</b>	<b>1,31<sup>b</sup> ± 0,08</b>	<b>1,29<sup>b</sup> ± 0,17</b>	<b>1,17<sup>a</sup> ± 0,15</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,72</b>					
<b>P</b>	<b>&lt; 0,0001</b>					
<b>ddl</b>	<b>29</b>					

Tableau 19 : cinétique de dureté des six blocs multinutritionnels (kg/cm<sup>2</sup>).

**BMN** : Bloc multinutritionnel ; **J** : jour ; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Sur une même ligne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

La dureté au 10<sup>ème</sup> jour de conservation des blocs multinutritionnels varie entre 0.89 (BMN 1) et 1.54 (BMN 5). Les blocs 3, 4, 5 et 6 sont significativement ( $p < 0,0001$ ) plus durs à 10 jours que les BMN 1 et BMN 2.

Pour chaque BMN, dans la mesure où les pertes d'eau cumulées s'amplifient avec le temps, il était logique que la cinétique de la dureté soit décrite par une droite. La figure 10 qui montre les variations de la dureté des blocs sur 10 jours, ne valide pas cette attente. La diminution de dureté observée pourrait s'expliquer par un ramollissement de la masse suite

à des vagues de réhumidification des blocs. Pour la plupart des blocs, la dureté minimale s'observe à J3 puis on assiste à une amplification jusqu'à J6. A ce niveau, seul le bloc 5 et à moindre degré, le bloc 6 poursuit cette amplification jusqu'à J10. Pour les autres blocs, la dureté dessine un plateau ou diminue carrément (figure 9).

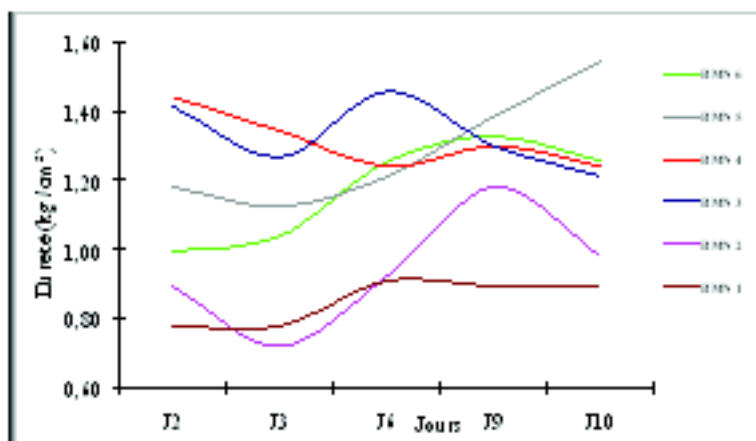


Figure 9 : Dureté des six blocs multinutritionnels (kg/cm<sup>2</sup>).

La composition initiale en eau des blocs (30L ou 60L) n'a pas d'effet sur la dureté à dix jours (BMN 1 et BMN 2 ; p>0.05). Par contre, l'apport de son (15 et 30%) fait augmenter la dureté de 42.5 % passant de 0.895 Kg/cm<sup>2</sup> à 1.275 Kg/cm<sup>2</sup> (p<0.0001) ; Le son dans ces conditions, explique à lui seul 72% des variations de la dureté des BMN. Les éléments fibreux sont en effet connus comme activateurs de la dureté des blocs (Sansoucy 1986).

## 1.2. Densité des six blocs sur dix jours

Ce paramètre, représente la cohésion et la tenue des BMN. Les résultats des mesures de la densité sont donnés dans le tableau 20.

N° de BMN	BMN 1	BMN 2	BMN 3	BMN 4	BMN 5	BMN 6
<b>Jours</b>						
<b>J2</b>	1,3	1,8	2,8	4,8	2	1,5
<b>J3</b>	1,3	2,4	4,2	6,7	1	1,7
<b>J6</b>	1,8	2,3	5,2	8,3	1,7	2,5
<b>J9</b>	1,5	3	5,2	13	2,3	1,9
<b>J10</b>	1,5	2,2	4,8	8,3	2,2	2,5
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>1.48 ± 0.20</b>	<b>2.34 ± 0.43</b>	<b>4.44<sup>a</sup> ± 1.00</b>	<b>8.22<sup>b</sup> ± 3.04</b>	<b>1.84<sup>a</sup> ± 0.52</b>	<b>2.02<sup>a</sup> ± 0.46</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.79</b>					
<b>P</b>	<b>&lt; 0,0001</b>					
<b>ddl</b>	<b>29</b>					

Tableau 20 : Densité des six blocs multinutritionnels (kg/cm<sup>3</sup>).

**BMN** : bloc multinutritionnel ; **J** : jours ; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Sur une même ligne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

La densité moyenne à dix jours des six BMN est comprise entre 1.48 kg/cm<sup>3</sup> (BMN 1) et 8.22 kg/cm<sup>3</sup> (BMN 4). Les blocs comportant moins d'eau 30l/100kg montrent une densité

plus avantageuse (BMN 2, 3 et 4) comparés à ceux qui ont été fabriqués avec 60l/100kg (BMN 1 ; 5 et 6). Cet avantage est accentué lorsque le pourcentage de son augmente dans le bloc (BMN 3 et 5).

C'est l'association : son + dose d'eau faible qui confère au bloc à 10 jours, la densité la plus élevée. Mais pour une même quantité d'eau, lorsque la proportion de son passe de 15 à 30% (blocs 3 et 4), la densité double passant de 4.44 à 8.22 ( $p < 0.0001$ ). La densité de ces deux BMN est supérieure ( $p < 0.0001$ ) à celle des quatre blocs ne comportant pas de son (BMN 1 et BMN 2) ou ayant été fabriqués avec une quantité d'eau élevée (BMN 5 et BMN 6). Le rôle du son est plus significatif sur la densité (comparée à la dureté) des BMN que celui de l'eau. Il expliquerait à lui seul, près de 80% des variations de densité des blocs.

Paradoxalement les BMN 3 et 4 bien que dotés d'une densité élevée, ne présentent pas les meilleures qualités de tenue et de cohésion. En effet, ils sont cassants et s'effritent plus facilement. En plus, BMN 4 présente des fissures qui le rendent difficile à transporter. La proportion de rebuts de l'ordre de 50% semble être un facteur de tenue et de bonne cohésion des blocs.

### 1 3. Cinétiques de pertes d'eau par les blocs multinutritionnels

Cette étude a été effectuée sur le BMN 1, BMN 2, BMN 3 et BMN 5, les blocs 4 et 6 ayant été éliminés. La température ambiante de fabrication ayant varié entre 24 et 25.5 °C.

Les données chiffrées obtenues sont présentées dans le tableau 21 (détails en annexe 2).

jours	Temp_max °C	BMN1	BMN2	BMN3	BMN5
1	24.0	confection			
2	24.0	démoulage			
3	25.0	0	18.6	15.7	48.05
4	25.5	38.45	10.7	12.95	25.75
5	25.5	37.3	13.0	13.85	31.6
6	25.0	28.7	9.45	9.75	23.15
7	25.5	24.55	10.85	10.7	27.1
8	24.5	23.1	6.3	7.85	19.2
9	25.5	14.4	3.25	4.25	13.5
Moyenne ± Ecart-type	24,94 ± 0,39	23,79 ± 13,40	10,31 ± 4,88	10,72 ± 3,89	26,91 ± 10,98
R <sup>2</sup>			0.436		
P			0.003		
ddl			27		
Poids initial des blocs		2737	2396	2415	2776
Poids des blocs à 10 J		2570.5	2324.3	2340.0	2587.4
Pertes cumulées d'eau		166.5	72.2	75.1	188.4
MS initiale (%)		60.3	74.2	73.7	59.4
MS à 10 J (%)		72.4	79.6	79.3	71.0

Tableau 21 : Évolution des pertes de poids journalières des blocs multinutritionnels (g).

**BMN** : bloc multinutritionnel ; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Sur une même ligne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Nous avons enregistré une perte du poids moyenne sur dix jours allant de 10 g/j (BMN 2) à 27 g/j (BMN 5). Cette perte de poids suit logiquement la quantité d'eau utilisée dans la fabrication des blocs. Ainsi, la quantité d'eau cumulée perdue par le BMN 1 et le BMN 5

contenant 60l/100kg est de 166g et 188g respectivement contre seulement 72 et 75g pour BMN 2 et pour BMN 3, ( $p < 0.003$ ) qui ont été fabriqués avec 30L /100kg.

Ces résultats sont somme toute assez logiques. La figure 10 distingue bien ces deux catégories. Elle montre en outre que BMN 2 et BMN 3 commencent à dessiner un plateau dès J6 alors que BMN1 et BMN 5 continue à perdre de l'eau.

Au bout de 10 jours de séchage, la teneur en MS des blocs est de 72.4%, 79.6%, 79.3% et 71 % respectivement pour le BMN 1, BMN 2, BMN 3 et BMN 5.

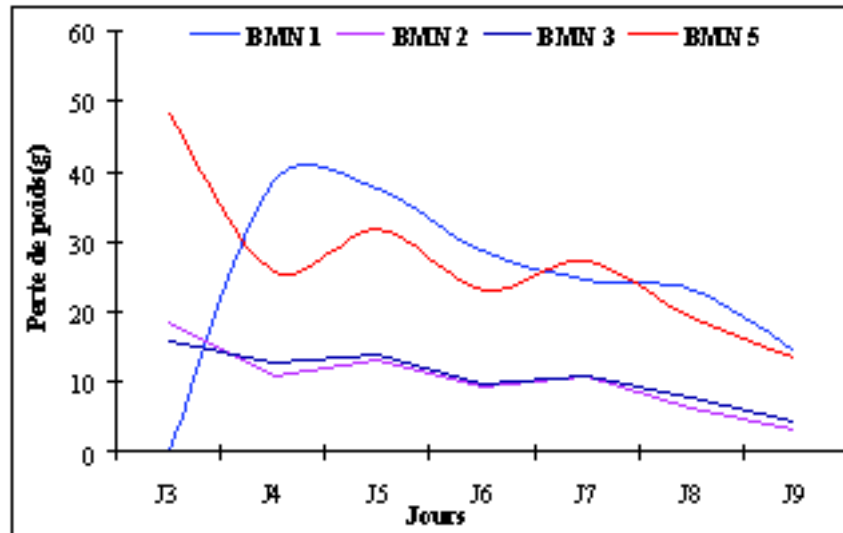


Figure 10 : Évolution des pertes de poids des blocs.

La dureté idéale de blocs multinutritionnels (à laquelle l'ingestion est optimale) est inconnue. La majorité des travaux qui ont étudié la dureté des blocs multinutritionnels, ont utilisé la méthode de Hassoun (1989), qui se base sur l'estimation de la dureté des blocs multinutritionnels par la vitesse de pénétration du pouce, par trois individus différents. La cohésion est évaluée aussi en cassant le bloc à la main. Cette méthode on le comprend présente beaucoup d'incertitudes. Elle est trop approximative et peu reproductible d'une personne à l'autre. L'utilisation d'un appareil comme le pénétromètre à priori est plus objective.

Sur la base de ces résultats de dureté et de cohésion des BMN obtenus sur dix jours, nous avons retenu les quatre blocs suivants : BMN 1, BMN 2, BMN 3 et le BMN 5 pour la suite du travail.

#### 1.4. Dureté et densité du bloc expérimental sur 70 jours

Le bloc expérimental 2 (BMN 2) résulte d'une autre série de fabrication où la température ambiante était plus élevée variant entre 26.5 et 30.7 °C. Il a fait l'objet de mesures de ses caractères physiques sur une plus longue période. Les résultats apparaissent dans le tableau 22.

Tableau 22 : Dureté et densité de BMN 2 sur une période de 70 jours.

jours	4	6	9	10	20	30	40	50	60	70
Dureté en Kg/cm <sup>2</sup>	1,31	1,39	1,32	1,24	1,39	1,62	1,80	1,81	1,82	1,86
Densité en kg/cm <sup>3</sup>	2.01	3.08	2.64	2.76	2.77	3.42	4.01	3.62	4.24	3.92
Temp. Max °C	29	30	28,5	30,7	26,5	27,5	27,5	29	27,5	26,5

La dureté obtenue à J10 est supérieure à celle obtenue pour ce même bloc dans les précédentes fabrications (1.24 Kg/cm<sup>2</sup> contre 0.98 Kg/cm<sup>2</sup>), ce qui paraît logique puisque, la température de fabrication était plus élevée.

L'allure générale de la courbe de cinétique de dureté montre deux phases : une phase jusqu'à J10 où on observe une amplification de la dureté à J6 suivie d'une diminution. Puis, s'installe une phase ascendante qui se stabilise à J 40 comme le montre la figure 11. Un mois est donc nécessaire pour stabiliser la dureté dans les conditions de séchage naturel que nous avons connues.

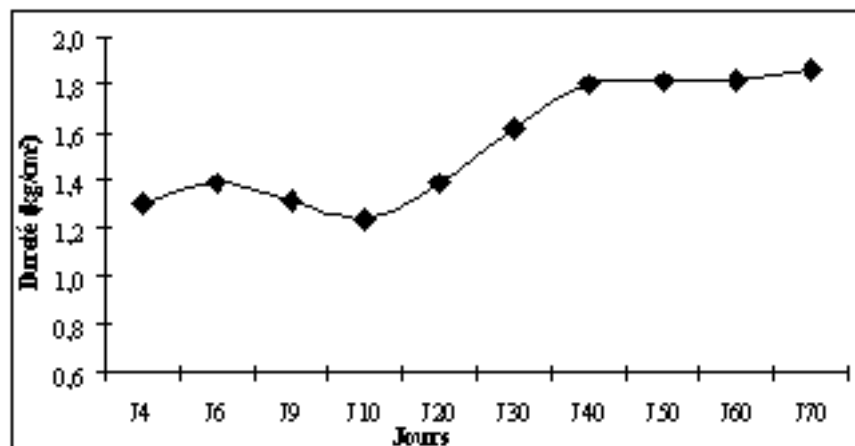


Figure 11 : Évolution de la dureté de BMN 2 de J4 à J70.

La courbe générale peut être partitionnée en deux segments : un segment J4-J10 et un segment J20-J70. Le premier décrit une parabole illustrée par la figure 12. Le nombre de jours pour lequel la dureté prend la valeur maximale est donné théoriquement par la dérivée  $dy/dx=0$  ; soit 6 j et 14h, ce qui correspond à une dureté de 1.39kg /cm<sup>2</sup>, valeur effectivement mesurée. Cette évolution de la dureté les dix premiers jours est la même qui est observée pour la plupart des blocs dans les précédentes fabrications. Elle s'expliquerait comme nous l'avons déjà précisé par des vagues de ré humidification des blocs. En effet, la présence d'urée et de sel hygroscopiques captant l'humidité de l'air pourrait en être responsable. Une autre explication pourrait être avancée : le liquide imbibant la masse est hypertonique compte tenue de sa richesse en électrolytes (ciment, CMV, urée, sel...). Ces conditions provoqueraient la plasmolyse des cellules organiques de la masse libérant de l'eau dans le milieu.

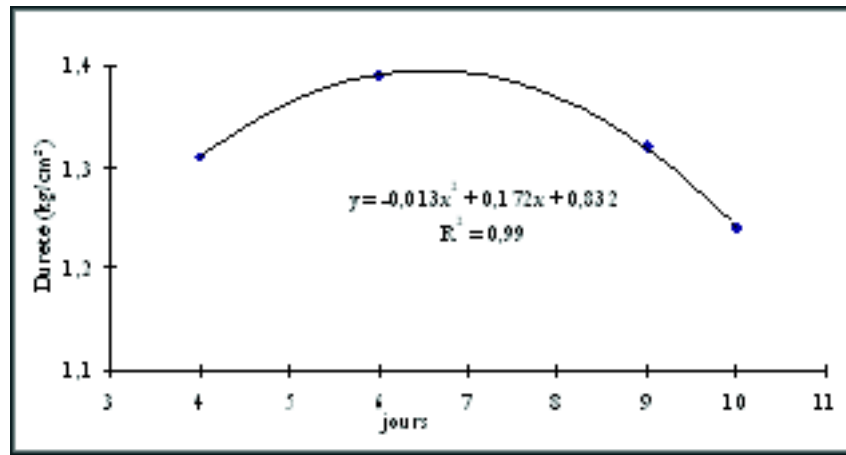


Figure 12 : Évolution de la dureté de BMN 2 de J4 à J10

Le deuxième segment est une droite (figure 13) où la dureté n'est plus influencée par les phénomènes de ramollissement de la masse que nous avons observés vers J6-J7.

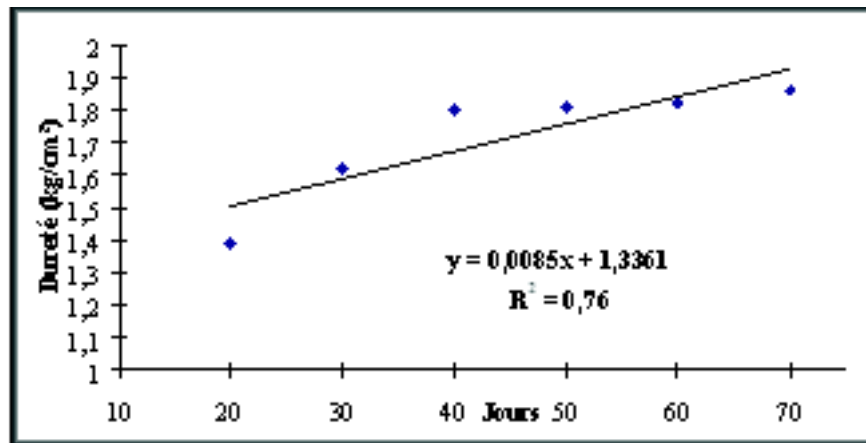


Figure 13 : Évolution de la dureté de BMN2 de J20 à J70.

La dureté maximale atteinte : environ 1.8 Kg/cm<sup>2</sup> à J40, n'évoluerait plus. La densité correspondante est de l'ordre de 4 Kg/cm<sup>3</sup>. A ce niveau de dureté et de densité, la teneur en MS est de l'ordre de 88%.

## 2. Étude nutritionnelle et valeur de complémentation des blocs

### 2.1. Appétibilité des blocs

Le test d'appétibilité des blocs a duré 11 jours. Afin de palier, à une éventuelle intoxication par l'urée, les blocs sont distribués en quantités limitées au départ. Cette mise à disposition progressive des blocs aux animaux montre qu'ils ne commencent à être consommés qu'au bout du 4<sup>ème</sup> jour. Nous distinguons deux groupes de temps de mise à disposition : 8h/j



pendant 5 jours et en ad libitum pendant 3 jours. Les blocs 1, 2, 3 et 5 ont fait l'objet de cette étude. Le tableau 23 rapporte les résultats d'ensemble.

En 8h remise à disposition					
Jours	BMN 1	BMN 2	BMN 3	BMN 5	Temp. Max. °C
J4	12,48	1,55	2,56	0,00	25
J5	218,31	188,22	109,34	71,64	25
J6	177,21	239,43	147,05	148,93	26
J7	199,84	275,25	150,82	177,21	25,5
J8	358,20	422,30	162,13	290,33	28
Moyenne	193,21 <sup>a</sup>	225,35 <sup>a</sup>	114,38 <sup>b</sup>	137,62 <sup>b</sup>	24,85
±Ecart-type	±123,30	±152,43	±65,58	±109,90	±1,24
R <sup>2</sup>	0,15				
p	0,445				
ddl	19				
En Ad libitum					
DATE	BMN 1	BMN 2	BMN 3	BMN 5	
J9	388,36	335,57	260,16	407,21	26
J10	410,04	435,61	138,79	414,49	26
J11	411,20	430,91	229,82	285,80	26,5
Moyenne	403,20 <sup>a</sup>	400,70 <sup>a</sup>	209,59 <sup>b</sup>	369,17 <sup>b</sup>	26,17
±Ecart-type	±12,86	±56,45	±63,16	±72,29	±0,29
R <sup>2</sup>	0,752				
p	0,008				
ddl	11				

Tableau 23 : Les quantités ingérées des blocs multinutritionnels

**BMN** : bloc multinutritionnel ; **J** : jours ; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Sur une même ligne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

A partir de J5 l'ingestion progresse très rapidement pour atteindre à J8 : 422, 388, 290 et 162 g/Al/j respectivement pour le BMN 1, 2, 3 et 5. L'ingestion est meilleure pour les BMN 2 et le BMN 1 comparativement aux BMN 3 et le BMN 5 sans que cette différence soit toute fois significative ( $p < 0.445$ ).

Distribués ad libitum, la hiérarchie de l'ingestion entre bloc n'a pas été modifiée. Mais des différences significatives de consommation apparaissent entre blocs. En moyenne, sur les 11 jours de test le classement de l'ingestion des blocs s'établit ainsi :

BMN 1 = BMN 2 = BMN 5 BMN 3. Le coefficient de variation (écart-type/moyenne x 100) qui peut donner une idée de la régularité de la consommation donne le classement : BMN 3 BMN 5 BMN 2 BMN 1.

La figure 14 montre la bonne appétibilité des BMN 1, BMN 2 et à moindre degré celle du BMN 5. Le BMN 3 étant plus nettement moins bien consommé.

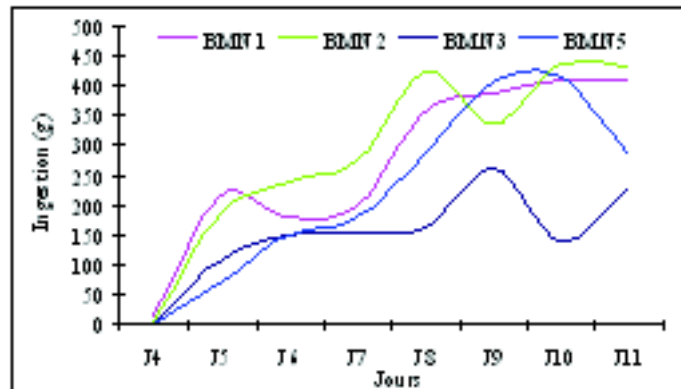


Figure 14 : Évolution de la consommation des 4 BMN testés

La dureté des blocs a varié en moyenne entre 0.9 (BMN1 et BMN 2) et 1.3 kg/cm<sup>2</sup> (BMN 3 et BMN 5), elle n'explique pas totalement les différences de consommation puisque le BMN 5 est mieux consommé que BMN 3 alors que sa dureté est plus élevée (1.54 contre 1.31 kg/cm<sup>2</sup>). La composition des blocs n'est pas non plus en cause car l'apport de son n'affecte pas la consommation : BMN 5 plus riche en son est significativement mieux consommé que BMN 3. Le nombre d'animaux utilisé semble être le facteur explicatif le plus plausible. Encore, il faut nuancer la portée de la plus faible consommation enregistrée pour BMN3 (210g/j/al) puisque de nombreux auteurs (tableau 6) rapportent des consommations de bloc chez l'ovin variant entre 100 et 450g /Al/j.

La consommation des blocs multinutritionnels par les animaux n'a causé aucun problème sanitaire. Les animaux commencent en général par renifler le bloc, puis le lécher et essayer de prélever des petits morceaux. Deux animaux ont montré un vif intérêt pour le bloc il a fallu le leur retirer, pour éviter une ingestion trop élevée. Alliée au niveau d'ingestion enregistré, on peut conclure aux vues de ces données que les BMN à base de datte ont une bonne appétibilité pour les ovins.

La suite de notre étude est donc effectuée avec le bloc multinutritionnel 2.

## 2.2. Valeur de complémentation pour une paille de blé

### 2.2.1. Composition chimique des rations

La composition chimique de la paille et des compléments utilisés pour les mesures nutritionnelles est donnée en tableau 24 ; (détails en annexe 3). Les teneurs respectives de 92.5, 93.5 et 72 % pour la MS, la MO et pour la paroi totale (NDF) sont tout à fait classiques pour une paille de blé. Cependant la teneur en MAT de 5.7 % est élevée comparée à la teneur en cet élément des pailles de blé habituelles (3 % sur 21 valeurs répertoriées par Chabaca, 2004). Elle correspond à un foin de qualité moyenne dans les conditions algériennes. Regardé de plus près, cette paille est riche en épis portant encore quelques grains ce qui explique cette richesse en azote.

Concernant le bloc multinutritionnel, nous remarquons logiquement une valeur de la MO faible de 67% de MS liée à sa teneur en MM élevée (33%) ; comparée au concentré ovin utilisé (3%). Cette MM est apportée surtout par le ciment incorporé (15% du BMN) par le CMV et par le sel (10% du BMN).

Sa richesse en MAT (32.4% de MS) est logique en raison d'une incorporation de 10% d'urée dans le mélange de BMN.

La teneur en paille totale (NDF) du BMN (16.61% de MS) est déterminée principalement par la fraction lignine apportée par les noyaux de datte (11% de MS) (tableau 24).

Aliments	En % de MS								
	MS	MO	MM	MAT	NDF	ADF	HEM	CB	ADL
<b>Paille</b>	92,74 ±0,07	93,52 ±0,14	6,48 ±0,14	5,70 ±0,50	71,84 ±0,58	42,16 ±0,50	29,68 ±0,08	35,84 ±0,66	6,10 ±0,08
<b>BMN</b>	88,19 ±0,55	66,98 ±0,16	33,02 ±0,16	32,45 ±0,29	16,61 ±0,46	12,68 ±0,37	3,93 ±0,83	5,66 ±1,33	5,79 ±2,01
<b>Concentré</b>	91,01 ±0,04	96,62 ±0,06	3,38 ±0,06	13,26 ±0,06	12,98 ±0,01	6,19 ±0,004	6,39 ±0,01	5,98 ±0,001	0,81 ±0,002
<b>Rebuts de datte</b>	97,17 ±0,03	96,65 ±0,06	3,35 ±0,06	4,29 ±0,16	27,11 ±0,49	20,30 ±0,61	6,81 ±0,12	9,61 ±0,86	10,66 ±0,33

Tableau 24 : Composition chimique de la paille et des aliments de complément.

**BMN 2** : bloc multinutritionnel ; **MS** : Matière Sèche ; **MO** : Matière Organique ; **MM** : Matière Minérale ; **MAT** : Matière Azotée Totale ; **NDF** : Neural Détergent Total ; **ADF** : Acide Détergent Fibres ; **HEM** : Hémicellulose ; **CB** : Cellulose Brute ; **ADL** : Acide Détergent Lignine.

### 2.2.2. Ingestion des aliments et d'eau

En moyenne, la ration totale est ingérée au niveau de 1847, 1635 et 1296g MS/Al/j respectivement pour la ration BMN, la ration 250g de concentré et pour la ration 100g de concentrer (tableau 25 ; annexe 4)

Tableau 25 : Ingestibilité des différentes rations.

N° Ration	P <sup>0,75</sup> (kg)	QIP (g MS)	QIP (g MS/KgP <sup>0,75</sup> )	QI BMN/C (g MS)	QIBMN/C (g MS/KgP <sup>0,75</sup> )	QIRT (g MS)	QIRT (g MS/KgP <sup>0,75</sup> )
Ration 1	20,68 <sup>b</sup> ±1,14	1420,66 ±133,28	67,75 <sup>b</sup> ±7,94	422,6 <sup>c</sup> ±173,76	20,17 <sup>c</sup> ±8,06	1846,75 <sup>c</sup> ±199,61	87,92 <sup>c</sup> ±10,24
Ration 2	20,41 <sup>b</sup> ±1,12	1415,55 <sup>b</sup> ±112,09	69,51 <sup>b</sup> ±5,66	220,06 <sup>b</sup> ±,69	10,82 <sup>b</sup> ± 0,62	1635,58 <sup>b</sup> ±113,13	80,33 <sup>b</sup> ±5,97
Ration 3	18,58 <sup>a</sup> ±1,11	1208,05 <sup>a</sup> ±107,36	62,34 <sup>a</sup> ±10,26	88,02 <sup>a</sup> ±1,06	4,53 <sup>a</sup> ± 0,57	1296,07 <sup>a</sup> ±107,66	66,87 <sup>a</sup> ±10,76
R <sup>2</sup>	0,42	0,42	0,12	0,66	0,66	0,71	0,48
p	<0,09	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
ddl	12	243	243	243	243	243	243

**QIP** : quantité ingérée de paille; **QI BMN/C** : quantité ingérée de bloc multinutritionnel ou de concentré ; **QIRT** : quantité ingérée de la ration totale; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Considérée seule, la même hiérarchie est observée que pour la ration totale. Exprimée en kg de p<sup>0.75</sup>, l'ingestion de la MS de la paille seule est proche de 70g pour les rations 1 et 2 et 62g pour la ration 3.

Cette ingestion de la paille seule est particulièrement élevée comparée aux valeurs communément données par la littérature qui est en moyenne de 35 g/kg de  $p^{0.75}$  dans les pays du nord et de 40g/kg de  $p^{0.75}$  pour les pailles algériennes non traitée (Chabaca, 2004). Cette différence pourrait s'expliquer par sa richesse exceptionnelle en MAT (5.7%). La proportion de concentré dans la ration exprimée en MS est plus élevée pour la ration avec BMN (22.8 %), distribué ad libitum, comparée à 13.4% pour la ration 250g de concentré et 7.6% pour la ration 100g de concentré. Exprimés en MO, ces pourcentages sont plus faibles : 18,4 %; 14,0% et 7.2% respectivement.

L'apport du BMN dans la ration 1 a permis une ingestion de paille comparable à celle de la ration 2 mais avec une quantité de MS bloc de 423g contre 220g pour le concentré.

Pour mieux étayer cette ingestion de paille dans les lots 1 et 2 (annexe 5), il était intéressant de se demander quelle serait le niveau d'ingestion de paille pour une quantité de MO bloc ingéré, comparable à celle apportée par le concentré, soit : 212g. La réponse apparaît avec la régression linéaire qui relie la quantité de paille ingérée (Y) à celle de BMN (x) :

$$Y = 0.2947 (QIB \text{ g}) + 1304.20 \pm 87.36 \text{ g. (R} = 0.42 ; p < 0.003 ; \text{ddl} = 91)$$

Il apparaît que pour une ingestion de 212g de MO de BMN (donc 318g de MS), l'ingestion de paille serait de 1400g. Ce résultat montre que la quantité de paille ingérée lorsque 318g de MS de BMN sont ingérés est comparable (1421g) à celle observée pour une ingestion de BMN de 423g de MS ; Il est donc fort probable que l'ingestion de paille ait diminué aux environs de 318g de MS de BMN ou au mieux, n'a pas continué de progresser. La différence, environ 100g de bloc, aurait apportés un supplément de nutriments à l'animal mais sans impact positif sur l'ingestion de paille voire sur sa digestibilité.

La complémentation de la paille par le BMN améliore donc à la fois son ingestion (15%) et celle de la ration totale (+42%) comparativement au lot 3.

Nyarko-badohi et al (1993) rapportent une amélioration de l'ingestion de la paille de plus de 40% ( $60g \pm 5g \text{ MS/kg } p^{0.75}$ ) pour des brebis supplémentées avec des blocs multinutritionnels (10% de mélasse, 8% d'urée), par rapport à une paille non traitée complétement par 100g du concentré ( $43 \text{ g} \pm 5g \text{ MS/kg } p^{0.75}$ ).

De même, El Khidir et al (1989b) ont comparé chez le mouton la complémentation du foin de sorgho par du concentré et par deux types de blocs multinutritionnels, l'augmentation de la consommation du foin a été de 33%.

De leur côté, Sansoucy et al (1988) ont souligné que l'augmentation de la quantité de paille ingérée due à l'apport de blocs multinutritionnels est comprise entre 23 et 30%. Kunju (1986) a signalé une amélioration de l'ingestion de la paille de 29.5 % en remplaçant 1kg/j de concentré par 560g de BMN/Al/j. De même, Tiwari et al (1990) rapportent sur des troupeaux de buffles, une consommation supplémentaire de 16%.

En faite, l'amplitude de l'amélioration de l'ingestion du fourrage (16 à 40%) en présence de blocs dépend de la qualité du fourrage: plus il est pauvre et plus l'amélioration de l'ingestion est importante (Sansoucy 1986) ; mais aussi par la capacité du bloc (par sa composition), à couvrir les besoins des micro organismes. En terme de quantité de BMN ingérée, dans notre expérience, elle a été élevée : 423g de MS/Al/j. Exprimée en g/100kg de poids vif, elle est de 752g dans notre essai, comparée à 530g observés par Nyark-badouhi et al (1993) chez les brebis ; 400g pour Sudana et leng (1986) chez les agneaux, 121g pour

Hdjipanayiotou et al (1989) chez les caprins, 230 et 293g pour Hadjipanayiotou et al (1993a) chez le mouton Awassi. Cette variabilité de l'ingestion pourrait s'expliquer en partie par la très grande variabilité de la composition des BMN tant du point de vue des composants énergétiques et fibreux que de la dose d'urée qui, trop élevée entraîne une diminution de la consommation du fourrage grossier (Sansoucy et al ;1988).

La dureté des BMN est également un facteur important de variation des quantités ingérées par l'animal. L'incorporation dans notre bloc de 65% de rebuts de datte, lui confère une faible dureté (environ 2 kg/cm<sup>2</sup>) parce que la datte présente une certaine viscosité même après le 70<sup>ème</sup> jour de conservation. Ce niveau de dureté est faible si on le compare à celui de 5 à 6 kg/cm<sup>2</sup> rapportée par Sansoucy (1986), qui est donnée comme convenable pour assurer le niveau de consommation souhaité (200-300g de bloc /Al/j). Cette plus faible dureté pourrait être la raison de sa surconsommation (422g MS/Al/j), mais aussi du fait que les rebuts de datte donnent un goût sucré au BMN, ce qui accroît l'instinct des animaux à le consommer.

La présence des BMN dans la ration 1 a augmenté la prise d'eau par les animaux : 4.6 litres pour la ration 1 contre 4 et 3.5 litres pour les rations 2 et 3 (tableau 26 et annexe 6). Exprimée par kilogramme de MSI cette prise d'eau est comparable entre lot BMN et le lot 250g de concentré (2.57 et 2.45 litres respectivement) mais plus élevée que pour la ration 3 dont la consommation de MS est plus faible. Exprimée par KgP<sup>0,75</sup> qui reflète mieux les différences entre rations, les sujets de la ration 1 consomment alors significativement ( $p < 0,0001$ ) plus d'eau que ceux de la ration 2 et 3.

Tableau 26 : Différentes expression de la consommation d'eau par les sujets

N° Ration	P <sup>0,75</sup> (kg)	EB (ml/AN/J)	EB (L/kg MS)	EB (ml/KgP <sup>0,75</sup> )
Ration 1	20,68 <sup>b</sup> ± 1,14	4630,85 <sup>c</sup> ± 849,85	2,57 <sup>b</sup> ± 0,38	220,44 <sup>c</sup> ± 41,96
Ration 2	20,41 <sup>b</sup> ± 1,12	3973,49 <sup>b</sup> ± 608,59	2,45 <sup>b</sup> ± 0,34	195,13 <sup>b</sup> ± 30,36
Ration 3	18,58 <sup>a</sup> ± 1,11	3544,42 <sup>a</sup> ± 677,98	2,31 <sup>a</sup> ± 0,43	181,26 <sup>a</sup> ± 37,44
R <sup>2</sup>	0,42	0,38	0,07	0,26
p	< 0,09	< 0,0001	0,0005	< 0,0001
ddl	12	226	226	226

**EB** : eau bue ; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Ces résultats sont conformes à ceux de Moujahed et al (2000) qui avec des fourrages pauvres complétés avec des blocs multinutritionnels observent des quantités d'eau bue de 3.78 - 5.66 - 6.17 litres/Al/j, respectivement pour le lot concentré et pour deux lots de BMN

La prise d'eau plus élevée par les animaux en présence de BMN s'explique par leur richesse en Na Cl et en urée, mais aussi par une consommation de MS totale ingérée plus conséquente.

### 2.2.3. La digestibilité des rations, de BMN et de la paille seule

Le coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa) de la MS, de la MO et de la MAT pour les trois rations, est rapporté dans le tableau 27 (détails en annexe 7). La digestibilité

moyenne de la MS pour les trois rations est de 52, 53, et 49 % respectivement pour la ration 1, la ration 2 et pour la ration 3. Le CUDa de la MS n'est pas différent entre la ration 1 et la ration 2 alors que celui de la ration 3 est significativement plus faible. Concernant la digestibilité de la MO, elle s'établit à 54, 55 et 51 % respectivement pour les rations 1, 2 et 3. Tout a fait logiquement, la même hiérarchie est observée pour le CUDa MO.

Calculée par différence (dans la ration 3), la dMO de la paille seule est de 48% et celle du BMN 2 de 77%, soit légèrement plus faible que celle observée classiquement pour un concentré (80-85%). Il est vrai que la teneur en lignine des rebuts de datte est de 11%.

Tableau 27 : digestibilité de MS, MO, MAT, des rations.

N° Ration	CUD MS (%)	CUD MO (%)	CUD MAT (%)
Ration 1	51,77 <sup>b</sup> ± 5,74	53,85 <sup>b</sup> ± 5,72	69,75 <sup>b</sup> ± 9,34
Ration 2	53,28 <sup>b</sup> ± 2,36	55,27 <sup>b</sup> ± 2,30	49,55 <sup>a</sup> ± 2,64
Ration 3	48,76 <sup>a</sup> ± 0,04	50,83 <sup>a</sup> ± 0,04	47,43 <sup>a</sup> ± 0,04
R <sup>2</sup>	0,17	0,17	0,76
p	0,005	0,005	< 0,0001
ddl	59	59	59
Paille seule		48.0	
BMN		77.0	

**CUD MS** : digestibilité de la matière sèche ; **CUD MO** : digestibilité de la matière organique ; **CUD MAT** : digestibilité de la matière azotée totale. **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté ; **BMN** : Bloc multinutritionnel. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Quant à la digestibilité des MAT, on note un effet très positif de la complémentation par le BMN comparativement aux digestibilités des autres composants chimiques. Elle est de 70% contre, 49 et 47% respectivement pour les rations 2 et 3 (p < 0,0001). Ce résultat est somme toute logique s'agissant en grande partie d'azote non protéique.

En revanche, la digestibilité moyenne de la paroi totale est plus faible (p < 0,056) pour la ration 1 (46% contre 50%) mais identique à celle de la ration 3. Ces différences sont encore plus nettes avec ADF (respectivement, 45 ; 52 et 48%), (Tableau 28 ; annexe 8).

Cette plus faible digestibilité de l'ADF pourrait être due à une augmentation de la vitesse de passage du |digesta consécutivement| à une ingestion plus importante de MS. Cette augmentation du transit est obtenue également lorsque la consommation d'eau et l'apport d'électrolytes sont accentués (INRA, 1988), ce qui est notre cas.

Tableau 28 : digestibilité de NDF, ADF, HEM, et de la CB des rations.

N° Ration	CUD NDF (%)	CUD HEM (%)	CUD ADF (%)	CUD CB (%)
Ration 1	46,37 <sup>a</sup> ± 6,79	48,74 <sup>b</sup> ± 6,75	44,79 <sup>a</sup> ± 6,85	54,19 <sup>a</sup> ± 5,65
Ration 2	49,69 <sup>b</sup> ± 3,20	46,62 <sup>b</sup> ± 3,47	51,87 <sup>b</sup> ± 3,05	58,83 <sup>b</sup> ± 2,63
Ration 3	46,41 <sup>a</sup> ± 0,05	43,84 <sup>a</sup> ± 0,05	48,25 <sup>a</sup> ± 0,05	55,91 <sup>a</sup> ± 0,05
R <sup>2</sup>	0,10	0,14	0,25	0,17
p	0,056	0,012	0,0002	0,005
ddl	59	59	59	59

**CUD NDF** : digestibilité de la paroi totale ; **CUD ADF** : digestibilité de la ligno-cellulose ; **CUD HEM** : digestibilité de l'hémicellulose ; **CUD CB** : digestibilité de la cellulose. **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **P** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Les travaux concernant l'effet des blocs multinutritionnels sur le transit digestif, confirment que l'ingestion des blocs multinutritionnels par le ruminant se traduit par une accélération de la vitesse de passage du digesta. En effet, Kunju (1986) rapporte que le taux de renouvellement du contenu du rumen augmente avec l'ingestion des blocs multinutritionnels. D'autre part, cette accélération du transit accompagne l'augmentation de l'ingestion de la matière sèche, ce qui est vérifié dans notre cas.

Plus récemment, Moujahed et al (2000) ont constaté la même tendance à l'accélération de la vitesse de transit chez des ovins recevant une ration à base d'Acacia cyanophylla complétementée avec des blocs multinutritionnels.

L'amélioration du taux de dilution est un facteur favorisant la synthèse bactérienne dans le rumen et le rendement de cette synthèse car elle diminue la part de l'énergie nécessaire à l'entretien des microorganismes. La digestibilité et l'ingestion de la ration totale se trouvent du même coup améliorées par des meilleures conditions de fermentations dans le rumen (Ben Salem et Nefzaoui ; 2003).

L'augmentation de la fermentation dans le rumen impose en outre de synchroniser et de fractionner l'approvisionnement en nutriments aux micro-organismes ; cela a été démontré par plusieurs auteurs (Sudana et Leng , 1986 ; Moujahed et al ; 2000). La consommation répétée et régulière d'une petite quantité de bloc multinutritionnel au cours de la journée, assure une synergie entre la demande en nutriments des micro-organismes du rumen pour dégrader les fourrages pauvres, et la fourniture à des niveaux adéquats de ces nutriments, sans excéder la capacité de transformation de la population microbienne. Ce rôle ne peut être joué par le concentré qui est généralement rapidement consommées par les animaux.

Un autre facteur susceptible d'expliquer l'effet négatif des blocs nutritionnels sur la digestibilité des parois, est la diminution du pH. Celle ci peut être provoquée par un apport trop important de sucres rapidement fermentescibles ce qui pourrait être le cas avec les rebuts de datte. Néanmoins, Moujahed et al (2000) note que le pH n'est pas affecté (6.50-6.52) par l'ingestion des blocs multinutritionnels contenant différents taux d'urée. Ce résultat est observé dans le cas de la complémentation de l'Acacia cyanophylla par les blocs multinutritionnels. Tout comme Badurdeen et al (1994) qui trouvent que la complémentation de la paille par des blocs multinutritionnels n'a entraîné qu'une légère diminution du pH (valeur moyenne de 6,9). Toutes ces observations montrent que les blocs multinutritionnels, générateurs d'ammoniac dans le rumen par sa composition en urée, n'induisent pas de modifications importantes de la valeur du pH. Celle-ci demeure comprise entre 6 et 7, zone favorable à l'activité cellulolytique.

Néanmoins dans notre expérience, les quantités de BMN ingérées riches en sucres fermentescibles sont nettement plus importantes que dans les expériences citées. Une présomption favorable demeure donc quant à leur implication, associées à l'accélération du transit digestif dans la faible digestibilité des parois de la paille.

La diminution de la digestibilité des parois ne semble pas avoir un impact négatif sur celle de la MO de la ration totale. En effet, sur la base d'une digestibilité de la matière organique de la paille seule et du bloc respective de 48% et de 77%, le calcul montre que la dMO de la ration totale s'établie à 53.1% pour une ingestion de 320 g environ de MS contre 53.8 lorsque les animaux consomment le bloc en ad libitum (423g de MS).

### 2.2.4. Le bilan azoté des moutons consommant les rations

Avec une ingestion respective de 35, 19 et 14g d'azote pour la ration 1, la ration 2 et la ration 3, nous obtenons un bilan azoté positif pour toutes les rations expérimentées (tableau 29 ; détails en annexe 9). La hiérarchie des résultats est logique : la quantité d'azote retenue est en règle général, d'autant plus élevée que la quantité d'azote ingéré est importante. Le poste de pertes d'azote différenciant nettement les trois rations est celui des urines. Il représente 42% de l'azote ingéré, pour la ration BMN.

N° Ration	NI (g)	NF (g)	NU (g)	NE (g)	NR (g)	NR/NI (%)
<b>Ration 1</b>	35,11 <sup>a</sup> ±10.70	9.84 <sup>b</sup> ±0.66	14.85 <sup>b</sup> ±6.85	24,10 <sup>b</sup> ±7.09	11,00 <sup>a</sup> ±6.45	29,95 <sup>b</sup> ±11.51
<b>Ration 2</b>	18,75 <sup>b</sup> ±0,58	9.48 <sup>b</sup> ±0.54	3.64 <sup>a</sup> ±1.32	13,09 <sup>a</sup> ±1.59	5,66 <sup>b</sup> ±1.49	30,20 <sup>b</sup> ±7.90
<b>Ration 3</b>	13,86 <sup>a</sup> ±0,66	7.37 <sup>a</sup> ±0.76	5.14 <sup>a</sup> ±1.85	12,44 <sup>a</sup> ±1.87	1,41 <sup>a</sup> ±1.73	10,3 <sup>a</sup> ±12.6
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,71</b>	<b>0,74</b>	<b>0,60</b>	<b>0,64</b>	<b>0,52</b>	<b>0,43</b>
<b>p</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>ddl</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>

Tableau 29 : Le bilan azoté des animaux consommant les trois rations.

**NI** : azoté ingéré ; **NF** : azote fécal ; **NU** : azoté urinaire ; **NE** : azoté excrététotal ; **NR** : azote retenu ; **NR/NI** : pourcentage d'azote retenu par rapport à l'azote ingéré. **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Dans les expériences de la littérature recensée, la consommation des blocs multinutritionnels se traduit dans la quasi-totalité des cas par une forte augmentation de la concentration en N-NH<sub>3</sub> dans le rumen. Cette augmentation est surtout liée à la forte solubilité de l'urée et à sa vitesse de dégradation élevée. Habib et al (1994) ont noté que la concentration en N-NH<sub>3</sub> dans le rumen passe de 21,1 mg/l pour un lot témoin à 69,2 et 80,0 mg/l, suite à la complémentation d'une paille de riz par deux types de blocs multinutritionnels. Dans ces conditions, si N-NH<sub>3</sub> n'est pas immédiatement utilisé par les microorganismes il sera absorbé à travers la paroi du rumen et rejeté dans les urines sous formes d'urée.

Ces phénomènes ne semblent pas avoir été d'une grande importance dans notre cas car le déséquilibre entre l'énergie et l'azote fermentescibles dans le rumen exprimé en PDIE et PDIN reflète un écart de seulement 25g en faveur des PDIN. De même, la rétention de 11 g d'azote/j confirme une bonne captation par les microorganismes de l'ammoniac dans le rumen.

Ajoutons que les sujets utilisés pour mesurer le bilan azoté ne représentent pas le modèle adéquat, car trop âgé.

### 2.2.5. Le niveau alimentaire des trois rations

Le niveau alimentaire des animaux consommant les rations 1, 2 et 3 est rapporté par le tableau 30 et par l'annexe 10 pour les détails. Il ressort que la ration complétement par le BMN et celles complétement par 250g ou 100g de concentré couvrent très largement le



besoin d'entretien de l'animal : 72, 78 et 42 % en plus respectivement. Le niveau alimentaire énergétique est comparable entre la ration 1 et la ration 2 mais significativement plus faible pour la ration 3.

Au contraire de l'énergie, le niveau alimentaire azoté enregistré par la ration 1 est très logiquement beaucoup plus élevé comparé aux rations 2 et 3. Ce résultat est néanmoins à nuancer compte tenu du caractère essentiellement non protéique de l'azote de la ration 1.

**Tableau 30 : Le niveau alimentaire des rations.**

N° Ration	P <sup>0,75</sup> (kg)	MODI (g)	MADI (g)	NA-E	NA-N
Ration 1	20,68 <sup>b</sup> ± 1,14	822,97 <sup>b</sup> ± 130,76	157,03 <sup>b</sup> ± 62,35	1,72 <sup>b</sup> ± 0,20	2,97 <sup>b</sup> ± 1,04
Ration 2	20,41 <sup>b</sup> ± 1,12	830,27 <sup>b</sup> ± 51,66	58,11 <sup>a</sup> ± 2,94	1,78 <sup>b</sup> ± 0,15	1,13 <sup>a</sup> ± 0,08
Ration 3	18,58 <sup>a</sup> ± 1,11	601,98 <sup>a</sup> ± 72,30	41 <sup>a</sup> ± 1,90	1,42 <sup>a</sup> ± 0,20	0,88 <sup>a</sup> ± 0,07
R <sup>2</sup>	0,42	0,59	0,70	0,41	0,73
p	< 0,09	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
ddl	12	59	59	59	59

**P<sup>0.75</sup>** : poids métabolique ; **MODI** : matière organique digestible ingérée ; **MADI** : matière azoté digestibleingérée ; **NA-E** : niveau alimentaire énergétique; **NA-N** : niveau alimentaire azoté. **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

La quantité d'UFL apportée par chaque ration compte tenu des quantités ingérées s'établit à : 1.07, 1.08 et 0.79 UFL, respectivement pour la ration 1,2 et 3.

### 2.2.6. Effet des rations sur la croissance des animaux

Cet effet sur la croissance est donné à titre indicatif car mesuré sur seulement 1 mois et sur un nombre d'animaux trop faible. Néanmoins le GMQ mesuré est respectivement de 215g et de 125g/Al/j, respectivement pour la ration BMN et la ration 250g de concentré (tableau 31).La différence de 90g en faveur de la ration 1 n'est toutefois pas significative.

**Tableau 31 : Croissance permise par les rations 1 et 2.**

Animal	Ration 1				Ration 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Poids initial	52	54	57	56	45	49,5	60	60
Poids final	62	58	59,5	61	50,5	55	58.5	62,5
GMQ (g/An/j)	400	160	100	200	172	172	-60	139
Moy GMQ (g/al/j)	215 <sup>a</sup>				125 <sup>a</sup>			
R <sup>2</sup>	0,13							
p	0,37							

**GMQ** : gain moyen quotidien ; **MOI** : matière organique ingérée ; **R<sup>2</sup>** : coefficient de détermination ; **p** : probabilité ; **ddl** : degré de liberté. Dans une même colonne, les valeurs marquées d'une même lettre, sont comparable au seuil de 5%.

Il a été également observé dans d'autres essais, un effet positif de la distribution des blocs multinutritionnels sur la variation du poids vif des animaux. Salman et al (1999) trouvent un gain moyen quotidien de 115 g/j pour des agneaux complémentés avec le BMN, et de 66 g/j pour ceux non complémentée, sachant que tous deux reçoivent une ration de base composée de paille d'orge. Nyarko-Badohu et al (1993) ont noté chez des brebis ingérant des pailles non traitées complémentées par des blocs multinutritionnels un gain de poids plus important que celui obtenu avec des pailles traitées. Les brebis alimentées avec de la paille de blé complémentée avec des blocs multinutritionnels ont gagné 53 g/j, alors que celles recevant de la paille traitée ont gagné 47g/j et 33.05g/j de poids vif respectivement. Par contre, les travaux de El Khidir et al (1989a) ont montré que le remplacement du concentré par des blocs multinutritionnels chez des agneaux n'a permis qu'un très faible gain moyen quotidien (13 g/j) par rapport à celui réalisé par le lot témoin (140g/j).

A titre indicatif, l'indice de consommation enregistré avec la ration complémentée par le BMN est de 7.61kg de MOI/kg de poids vif alors qu'il est de 10.46kg de MOI/kg de poids vif avec la ration complémentée par 250g de concentré. Toujours à titre indicatif, le coût journalier de la ration totale est comparable pour les rations 1 et 2 estimé à 28 DA ( annexes 11 et 12).

# CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Le présent travail montre qu'il est possible de fabriquer des blocs multinationnels en remplaçant totalement la mélasse par les rebuts de datte. Le concept est intéressant car il associe des sous-produits locaux très énergétiques et peu valorisés à une source azotée non protéique industrielle non consommatrice de SAU. Par rapport aux trois compléments testés : bloc ; 250g et 100g de concentré, la complémentation de la paille de blé avec le bloc multinationnel retenu (BMN 2 ; 65% de rebuts de datte et 10 % d'urée) a permis d'améliorer l'ingestibilité de la paille de 43% par rapport à une complémentation avec 100g de concentré. De même, la digestibilité de la ration totale est améliorée de 6% pour se situer au même niveau que celui permis par la paille complétementée avec 250g de concentré ovins. Dans ces conditions, le niveau alimentaire atteint par les trois rations est respectivement de 1.72 ; 1.78 et de 1.42.

La consommation de bloc (423 g /Al/j) est élevée, elle dépasse nos prévisions d'une consommation de l'ordre de 300g à cause probablement d'une dureté insuffisante (environ 2 Kg/cm<sup>2</sup>) mais aussi de l'appétibilité des blocs. Il en est résulté un gain journalier de poids vif de 215g/j, contre 125g pour le lot 250g de concentré.

Il semblerait qu'une consommation de 200-300g de bloc permettrait d'atteindre des croissances modérées de 100g de croît journalier ce qui destinerait à profit ce bloc pour les agnelles en croissance, des mâles au repos et tout types d'animaux proches de l'entretien ou à croissance modérée.

La recherche doit être poursuivie dans plusieurs directions :

La dureté idéale des blocs afin de maîtriser les quantités ingérées, tout en faisant varier sur des bases économiques les proportions des ingrédients.

Les résultats de croît journalier obtenus demandent à être approfondis sur une période plus longue et un nombre plus élevé d'animaux.

L'introduction de protéines végétales (tourteaux, graines des légumineuses, Okara etc....) en petite quantité, pourrait diriger les blocs vers d'autres types de production que l'entretien ou la croissance modérée. Des études particulières pourraient être envisagées pour une meilleure complémentation des pailles traitées à l'urée.

Enfin, le bloc multi nutritionnel doit être raisonnés en tant que concentré ; ils ne peuvent être pensés comme un produit de remplacement des fourrages.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Al kinani L.M.Z., Al Wash, A.H., 1975.** Study of different proportion of date stones in the ration for fattening Awassi lambs. Iraq. J. Agri. Sci. 10, pp. 53-61.
- Ali K.T., Fine N.C., Faradj M., Sarsam N.H., 1956.** The use of date product in the ration of lactating dairy cow and the water buffalo. Abu Ghraib Experiment Station, Dept., of Animal Husbandry, Ministry of Agriculture, Baghdad, Iraq.
- An B.X., Hieu L.T., Preston T.R., 1993.** Multinutrients blocks (MUB) as supplement for milking cows fed forages of low nutritive value in south Vietnam. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 5 (1), 5 p.
- Andrews R.P., Escuder-Volonte J., Curran M.K., Holms W., 1972.** The influence of supplement of energy and protein on the intake and performance cattle fed on cereal straws. Anima. Prod. 15, pp. 167-176.
- AOAC. 1975.** Official methods of analysis (12<sup>th</sup> Ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 120p.
- B.N.E.D.E.R. 1988.** Atelier sur la transformation de la datte et l'utilisation des sous produits du palmier dattier en alimentation du bétail. Avril, 22p.
- Bada M.A.A., Mosbah Y., 1994.** Contribution à la détermination de l'ingestibilité et de la digestibilité *in vivo* des sous produits de palmier dattier (palmes sèches, pédicelles, rebuts de datte) chez le camelin. Thèse Ingénieur. INFSAS. Ouargla, 44p.
- Badurdeen A.L., Ibrahim M.N.M., Schiere J. B., 1994.** Methods to improve utilization of rice straw: 2. Effect of different levels of feeding on intake and digestibility of untreated and urea ammonia treated rice straw. Asian-Australasian J. Anim. Prod. 7, pp. 1-165.
- Barreveld W.H., 1993.** Date Palm Products. Ed. FAO Agricultural Services Bulletin No. 101. FAO. Rome. Italy. 180p. [en ligne]. Disponible sur : < [www.fao.org/docrep/t0681E/t0681e00.htm#com](http://www.fao.org/docrep/t0681E/t0681e00.htm#com). (consulté le 12.05.2006).
- Belbey A., 1994.** Contribution à la détermination des écarts de tris de dates *in vivo* chez les ovins. Thèse Ingénieur. INFSAS. Ouargla, 29p.
- Ben Attia A., 1989.** Valorisation des rebuts de datte : composition chimique et digestibilité *in vivo*. Thèse Ingénieur. INES. Batna, 43p.
- Ben Salem H., Atti N., Priolo A., Nefzaoui A., 2002.** Polyethylene glycol in concentrate or feed blocks to deactivate condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage. 1. Effects on feed intake, digestion and growth by Barbarine lambs. Anim. Sci. 75, pp. 127-135.
- Ben Salem H., Nefzaoui A., 2003.** Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. Small Rumin. Res. Vol. 49, pp. 275-288.
- Ben Touati M., 1987.** Essai d'engraissement des jeunes ovins en palmeraie à base de résidu de datte. Thèse Ingénieur. ITA. Mostaganem, 66p.

- Boual D., 1992.** Composition chimique et digestibilité *in vitro* des palmes sèches, pédicelles, paille et drinn (utilisation d'inoculum d'ovin et de camelin). Thèse Ingénieur. INFSAS. Ouargla, 45p.
- Bouguerzaz M., 1989.** Essai de valorisation des pédicelles de datte pour l'alimentation des ruminants, composition chimique et digestibilité *in vitro* (pepsin-cellulase). Thèse Ingénieur. INES. Batna.50p.
- Chabaca R., 1993.** Valeur azotée des pailles traitées a l'ammoniac ou à l'urée et impact : de la fixation de l'azote, des teneurs en substances phénoliques. Thèse Magister. INA. El Harrach, 60p.
- Chabaca R., 2004.** Valeur azotée chez *ovis ariès* des pailles de *triticum durum* traitées à l'ammoniac : facteur déterminants. Thèse Doctorat d'État. INA. El Harrach.176p.
- Charlet-Levy G., 1969.** Method for determination of digestibility coefficient of feed for ruminant. Commission on animal nutrition; report N° 1. 33p.
- Chehma A., 1998.** Contribution à l'étude quantitative et valeur alimentaire des sous produits de palmier dattier chez le mouton et le dromadaire en zones arides. Thèse Magister. INA. El Harrach.131p.
- Chehma A., Longo H.F. 2000.**Valorisation des sous produits de palmier dattier, en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. Revue INRAA. N°11. Pp 5-11.
- Chennafi K., 1991.** Contribution à la valorisation des sous produits du palmier dattier (déchets de datte, pédicelles), composition chimique et digestibilité *in vivo*. Thèse Ingénieur. INFSAS. Ouargla. 36p.
- Chenost M., Kayouli C., 1997.**Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes. Étude FAO. Production et Santé Animales, vol. 135. FAO, Rome. Italie, 226 p.
- Chermiti A., 1998.** Utilisation des figes de barbarie en remplacement de la mélasse dans les blocs nutritionnels. Effets sur l'ingestion volontaire. Ann. Zootech. 47, pp. 179-184.
- Chouia A., Ferhat H.M.E., 1995.**Éssai du traitement à l'ammoniac des sous produits de palmier dattier (pédicelles, palmes sèches). Thèse Ingénieur. INFSAS. Ouargla.50p.
- Djerroudi O., 1991.** Composition chimique et digestibilité *in vivo* des rebuts de datte. Thèse Ingénieur. INFSAS. Ourgla. 59p.
- DSASI-SDSA. 2005.** Données chiffrées n°4 les palmiers dattiers en Algérie. Ed. MADR. 20p.
- Durand M., Kawashima R., 1979.** Influence of minerals in rumen microbial digestion, in digestive physiology and metabolism in ruminants. Ed. Ruckbusch and thivend. MTP press limited, pp. 375-408.
- El Fouly H.A., Leng R.A., 1986.** Manipulation of rumen fermentation to enhance microbial protein synthesis from NPN supplements. In: Extended synopsis of international Symposium on the use of nuclear techniques in studies of animal production and health in different environments. IAEA. Vienna, Austria, 17-21 march, pp. 170-171.
- El Hag M.G., El khanjari H.H., 1992.** Dates and sardines as potential animal feed resources. In: Better feeding for improved production. World Anim. Rev. 73, pp. 221-239.

- El Khidir O.A., Kha lafalla A.M., Murgos F.I., 1989a.** Molasses urea blocks as an emergency diet for sheep in the Sudan. Sudan J. Anim Prod. 2, pp. 9-17.
- El Khidir O.A., Nadya-Badr A.M., Murgos F.I., 1989b.** Molasses blocks containing oil seed cake and or urea versus a concentrate supplement in a basal hay diet for feeding Sudan desert lambs. Sudan J. Anim. Prod. 2, pp. 79-87.
- EL-SHAZLY K., IBRAHIM E. A., KARAM H. A., 1963.** Nutritional value of date seeds for sheep. J. Anim. Sci. 20. pp. 1-268.
- Gihad E.A., El-Gallad T.T., Sooud A.E., Farid M.F.A., Abou El-Nasr H.M., 1988.** Feed and water intake, digestibility and nitrogen utilization by camels compared to sheep and goats fed low protein desert by-products. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens N° 2, pp. 75-81.
- Habes A.R., Mogdad H., 1997.** Analyse et contrôle des eaux potables du gouvernorat du grande Alger, proposition d'une norme. Thèse ingénieur. INA. El Harrach. 64p.
- Habib G., Wahidullah A., Shah B. A., Vale W.G., Barnabe V.H., Mattos J.C.A., 1994.** Potential of molasses-urea block as a supplementary strategy for improving productivity in buffaloes fed poor quality roughages, In: Proceedings 4th World Buffalo Congress (2), June 1994, 27#30, Sao Paulo, Brazil, pp. 227#229.
- Hadjipanayiotou M., 1996.** Performance of Friesian heifers on urea blocks and of Chios ewes on blocks and other supplements. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 8 (1), 9 p.
- Hadjipanayiotou M., 1996.** Urea block without molasses made of a variety of by-products and binders. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 8 (4), 8 p.
- Hadjipanayiotou M., Verhaeghe L., Allen M., Kronfoleh A.R., Al-Wadi M., Amin M., El-Said H., Al-Haress A.K., 1993a.** Urea blocks. I. Methodology of feed block making and different formulae tested in Syria. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 5 (3), 8 p.
- Hadjipanayiotou M., Verhaeghe L., Kronfoleh A.R., Labban L.M., Amin M., Al-Wadi M., Badran A., Dawa K., Shurbaji A., Houssein M., Malki G., Naigm T., Merawi A.R., Haress A.K., 1993b. Urea blocks. II. Performance of cattle and sheep offered urea blocks in Syria. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 5 (3), 7p.
- Hammouda F.H., 1984.** Effets de différents traitements chimiques sur les composés pariétaux des marcs de raisins et leur digestibilité. Thèse Magister. INA. El Harrach. 91p.
- Hannachi S., Khitkri D. 1991.** Inventaire et identification des cultivars de dattier de la cuvette de Ouargla. Organisation de la variabilité. Thèse ingénieur INFSAS. 58p.
- Haouach. S., 1991.** Étude comparative de la digestibilité *in vitro* des pédicelles de datte et la paille de blé traité à l'ammoniac ou à l'urée. Thèse ingénieur. INA. El Harrach, 58p.
- Hassoun P., 1989.** Manufacture of urea blocks without molasses. Mimeograph, FAO, Rome, Italy.
- Hassoun P., Bâ A A., 1990.** Mise au point d'une technique de fabrication des blocs multinutritionnels sans mélasse. Livest. Res. Rural Dev. Vol. 2 (2), pp. 1-7.
- Houmani M., Tisserand J.L., 1999.** Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multinutritionnels : effets sur la digestibilité de la paille et intérêt pour des brebis taries et des agneaux en croissance. Ann. Zootech. 48, pp. 199-209.

- INRA., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Éd. INRA. Route de St Cyr. Versailles. 472p.
- Jouany J.P., 1975.** Étude des traitements permettant d'améliorer la valeur alimentaire des fourrages pauvres. Bull. Tech. CRZV. Theix. INRA. 21. pp 5-15.
- Kawaja A.K., Matti S.A., Asadi R.F., Mokhtar K.M., Abonas H., 1971.** Date stong for feeding ruminant. World Rev. Anim. Prod. Vol. 17 (3). 31p.
- Khal M., 1982.** Les dattes et leurs sous produits dans l'alimentation animale. Thèse ingénieur. IAV. Hassen II. Maroc. 75p.
- Kunju P.J.G., 1986.** Urea molasses block: a future animal feed supplement. Asian livestock II, FAO Regional Office. Bangkok, Thailand. Pp 53-159.
- Maatallah S., 1970.** Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. Thèse ingénieur. INA. El Harrach. 103 p.
- MAP. 2002** .Ministère de l'agriculture et de la pêche ; statistiques agricoles. Serie B (superficie et production).
- Merzoug A., 1981.** Réévaluation nutritionnelle des noyaux de datte dans l'alimentation des volailles. Mémoire de docteur vétérinaire. Constantine. 155p.
- Miller S.M., Thompson R.P., 2003.** Developing urea-molasses feed blocks in the Falkland Islands. Livest. Res. Rural Dev. 15 (3), pp. 1-10.
- Mouhous A., 2007.** Alimentation des troupeaux des zones steppiques. Cas de la zone de Hadj Mechri (région de Laghouat), Algérie. Livest. Res. Rural Dev. 19 (2).11p.
- Moujahed N., Kayouli C., Raach#Moujahed A., 2003a.** La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants (Revue) : 1- Principes de base et aspects pratiques. Livest. Res. Rural Dev. 15 (3).11p.
- Moujahed N., Kayouli C., Raach#Moujahed A., 2003b.** La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants (Revue) : 2- Effets sur l'ingestion, la digestion et les performances animales. Livest. Res. Rural Dev. 15 (5).13p.
- Moujahed N., Kayouli C., Thewis A., Beckers Y., Rezgui S., 2000.** Effect of multinutrient blocks and polyethylene glycol 4000 supplies on intake and digestion by sheep fed Acacia cyanophylla Lindl. Foliage-based diets. Anim. Feed Sci. Technol. 88, pp. 219-238.
- Munier P., 1973.** le palmier dattier. Tech. Agri. produ. Tropic. Éd. G.P. maison neuve et larouse. Paris. 211p.
- Nedjraoui D., 2001.** Country pastures forage resource profiles. Algeria. [en ligne]. Disponible sur : < <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algeria.htm>. (consulté le 11.04.2007).
- Nyarko-Badohu D.K., Kayouli C., Bâ A.A., Gasmi A., 1994.** Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie : traitement à l'urée et à l'ammoniac et complémentation par des blocs mélasse-urée. Options Méditerranéennes, Série B : Études et Recherches 6, pp. 129-141.
- Rachid N., Al wash A.H., 1976.** The effect of proportion of date stong in diets its digestion and fermentation in the sheep rumen. Iraq. J. Agri. Sci. 11. 51p.

- Rajkomar B., 1991.** The molasses block technology in Mauritius and the African Perspective. *Livest. Res. Rural Dev.* Vol. 3 (3), 9p.
- Rehrah D. Sennaoui F., 1996.** Bilan azoté de rations à base de paille de blé chez *camelus dromédarius*. Thèse ingénieur. INA. El Harrach. 27p.
- Richter K., Becker M., 1956.** Date stong for feeding ruminants. *World Rev. Anim. Prod.* Vol 18 (3). 31p.
- Robinson W.T., and Lucasi A.M., 1974.** Diets hosed on lucerne ground whole date concentrate and fish for jersey cow contrate and mills. In : Khal M.les dattes et leurs sous produits dans l'alimentation animale. Thèse ingénieur. IAV. Hassen II. Maroc. 75p.
- Salem S.A., Heghazi M., 1971.** Chemical composition of Egyptian dry dates. *J. Sci. Feed. Agri.* Vol 22, 632p.
- Salman A.D., 1999.** The Role of Multinutrient Blocks for Sheep Production in an Integrated Cereal-livestock Farming System in Iraq. *Livest. Feed Resou. Within Integra. Farm. Sys.* IPA Agricultural Research Center. Baghdad. Iraq. Pp209-219.
- Sansoucy R., 1986.** The Sahel: manufacture and molasses-urea blocks. *World Anim. Rev.* 57, pp. 40-48.
- Sansoucy R., Aarts G. Leng R.A. 1988.** Molasses-urea blocks as a multinutrient supplement for ruminants. In: Sansoucy R., Aarts G. Preston T.R. Sugarcane as feed. Ed. FAO Animal Health and Production. Paper 72, pp.263-278. [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.FAO.Org/docrep/003/s885e/s885E00.htm#TOC>. (consulté le 7.09.2006).
- Seddi A., 1993.** Contribution à l'étude de la composition chimique et la digestibilité *in vitro* de la matière sèche (camelina, ovine) des sous produits de palmier dattier. Thèse Ingénieur. INFSAS. Ouargla. 33p.
- Sudana I.B., Leng R.A., 1986.** Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or urea-molasses blocks and/or cottonseed meal on intake and live weight change of lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 16, pp. 25-35.
- Tiwari S.P., Singh V.B., Mehra V.R., 1990.** Urea molasses mineral blocks as feed supplement: effect on growth and nutrient utilisation in buffalo calves. *Anim. feed Sci. Technol.* 29, pp. 333-341.
- Triki S., 1989.** Étude comparative de l'efficacité de deux méthodes de traitement de la paille de blé à l'ammoniac : essai d'introduction dans l'alimentation des génisses en croissance. Thèse Magister. INA. El Harrach, 114p.
- 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, 100p.
- Van Soest P.J., 1963.** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II a rapid method for the determination of fibre and lignin, *J. AOAC.* 46, pp. 829-235.
- Yeza M., 1992.** Composition chimique et digestibilité *in vitro* de la matière sèche des noyaux et des déchets de dates (inoculum de jus de rumen ovins et camelins). Thèse ingénieur. INFSAS. Ouargla. 52p.



**Yue-ming WU., Wei-lian H.U., Jian-xin L.I.U., 2005.** Effects of supplementary urea-minerals lick block on the kinetics of fibre digestion, nutrient digestibility and nitrogen utilization of low quality roughages. *J. Zhejiang. Univ. SCI.* 6B (8), pp. 793-797.

**Yuzhi C., Hong W., Xiuewu M., Yu L., Zhanqi G., Peterson M.A., 1993.** Multinutrient lick blocks for dairy cattle in Gansu province, China. *Livest. Res. Rural Dev.* Vol 5(3). 4p.

**Zaid A. 2002.** Date palm cultivation. Ed. FAO. Plant Production And Protection. Paper N ° 156. Rome. Italy. 156p.

#### WEBGRAPHIE

**ADIEL.** Bloc à lécher. [en ligne]. Disponible sur : <[http:// www.adiel.fr/boutique/achat/index.php](http://www.adiel.fr/boutique/achat/index.php), catid = 44. (consulté le 20.01.2007).

**LECKSTEIN REINES SALZ :** Pierre à lécher de sel. [en ligne]. Disponible sur < [http:// www.paille. ch](http://www.paille.ch).(consulté le 3.04.2006).

**PROVIMI.** Minerals and specialists. [en ligne]. Disponible sur : <[http:// www.provimi-kliba.ch](http://www.provimi-kliba.ch) /document /F\_ minerals\_ and spécialistes.PDF. (consulté le 4.04.2007).

**Vital Concept.** Nutrition bovine-bloc à lécher. [en ligne]. Disponible sur : <[http:// www.vital-concept.com](http://www.vital-concept.com) . (consulté le 4.04.2007).

**Wikipédia.2006.** Les biocarburants [en ligne]. Disponible sur : <[http:// Fr.wikipedia.org/ Wiki/ biocarburants](http://Fr.wikipedia.org/Wiki/biocarburants). (consulté le 5.11.2006).

**Wikipédia.2006.** Palmier-dattier. [en ligne]. Disponible sur : <[http:// Fr.wikipedia.org/ Wiki/palmier-dattier](http://Fr.wikipedia.org/Wiki/palmier-dattier). (consulté le 14.11.2006).

## ANNEXES

### Annexe 1 : Estimation de tonnage des coproduits de palmier dattier.

Coproduits	Principe d'estimation basé sur	Sachant que	Calcul	Total de coproduit
<b>Rebuts de datte</b>	- Estimation des écarts de tri de dattes représentent de 25 % de la production dattière annuelle ( Chérma et Longo 2000 ; Djerroudi 1991 ; Hammadi et Khafri 1991).	- La production nationale de datte est de 500 000 *tonnes.	- $500\ 000 \times 25\ \% = 125\ 000$ tonnes.	- Soit : <b>125 10<sup>3</sup> tonnes</b> de rebuts de datte /an.
<b>Palmes sèches</b>	Selon Hammadi et Khafri (1991): - Une foliole pèse en moyenne : 5g - Une palme compte en moyenne 180 folioles. - Le palmier dattier donne en moyenne 15 palmes sèches par an.	- On dénombre 15* millions palmiers dattiers en Algérie.	- $5g \times 180 = 900$ g/palme. - $900\ g \times 15 = 13\ 500$ g/palmier. - $13\ 500\ g \times 15\ 000\ 000 = 197\ 167\ 905\ 000g$ .	- Soit : <b>197 167,9 tonnes</b> de palmes sèches par an.
<b>Pédicelles de datte</b>	Selon Hammadi et Khafri (1991): - Un pédicelle porte en moyenne 35 dattes. - poids moyenne d'une datte : 7 g, donc un pédicelle porte en moyenne $7g \times 35 = 245$ g de dattes. - Un pédicelle pèse en moyenne 4,5g. - la proportion entre poids d'un pédicelle et le poids de dattes qu'ils portent : $4,5g / 245g = 1,84\ \%$ .	- La production nationale de datte est de 500 000 *tonnes.	- $500\ 000 \times 1,84\ \% = 9\ 200$ tonnes.	- Soit : <b>9 2 10<sup>3</sup> tonnes</b> de pédicelles par an.

: DSASI-SDSA 2005.

### Annexe 2 : Évolution de poids des BMN sur dix jours.

Jours	Température	BMN 1	BMN 2	BMN 3	BMN 5
1		Confection			
2	24	Démoulage			
3	24	2737,05	2396,50	2415,10	2775,75
4	25	2737,05	2377,90	2399,40	2727,70
5	25,5	2698,60	2367,20	2386,45	2701,95
6	25,5	2661,30	2354,20	2372,60	2670,35
7	25	2632,60	2344,75	2362,85	2647,20
8	25,5	2608,05	2333,90	2352,15	2620,10
9	24,5	2584,95	2327,60	2344,30	2600,90
10	25,5	2570,55	2324,35	2340,05	2587,40

### Annexe 3 : composition chimique de la paille et des aliments de complément.

Aliments	En % de MS								
	MS	MO	MM	MAT	NDF	ADF	HEM	CB	ADL
Paille	92,69	93,42	6,38	6,05	71,43	41,81	29,62	35,37	6,16
	92,79	93,62	6,38	5,35	72,24	42,51	29,74	36,31	6,05
<b>Moyenne ± Ecart type</b>	<b>92,74 ± 0,07</b>	<b>93,52 ± 0,14</b>	<b>6,48 ± 0,14</b>	<b>5,70 ± 0,30</b>	<b>71,84 ± 0,38</b>	<b>42,16 ± 0,50</b>	<b>29,68 ± 0,08</b>	<b>35,84 ± 0,66</b>	<b>6,10 ± 0,08</b>
BMN	87,80	67,09	32,91	32,66	16,93	12,42	4,51	6,60	4,37
	88,38	66,87	33,13	32,25	16,28	12,94	3,35	4,72	7,21
<b>Moyenne ± Ecart type</b>	<b>88,19 ± 0,55</b>	<b>66,98 ± 0,16</b>	<b>33,02 ± 0,16</b>	<b>32,45 ± 0,29</b>	<b>16,61 ± 0,46</b>	<b>12,68 ± 0,37</b>	<b>3,93 ± 0,83</b>	<b>5,66 ± 1,33</b>	<b>5,79 ± 2,01</b>
Concentré	91,04	96,66	3,34	13,30	13,33	5,89	7,44	5,88	0,66
	90,99	96,57	3,43	13,22	11,82	6,48	5,34	6,09	0,97
<b>Moyenne ± Ecart type</b>	<b>91,01 ± 0,04</b>	<b>96,62 ± 0,06</b>	<b>3,38 ± 0,06</b>	<b>13,26 ± 0,06</b>	<b>12,58 ± 0,01</b>	<b>6,19 ± 0,004</b>	<b>6,39 ± 0,01</b>	<b>5,98 ± 0,001</b>	<b>0,81 ± 0,002</b>
Rebut de datte	97,20	96,60	3,40	4,17	26,77	19,87	6,90	9,00	10,90
	97,15	96,69	3,31	4,40	27,46	20,74	6,72	10,22	10,43
<b>Moyenne ± Ecart type</b>	<b>97,17 ± 0,03</b>	<b>96,65 ± 0,06</b>	<b>3,35 ± 0,06</b>	<b>4,29 ± 0,16</b>	<b>27,11 ± 0,49</b>	<b>20,30 ± 0,61</b>	<b>6,81 ± 0,12</b>	<b>9,61 ± 0,86</b>	<b>10,66 ± 0,33</b>

### Annexe 4 : ingestibilité des différentes rations.

N° Ration	P <sup>2</sup> (g)	QIP (g MS)	QIP (gMS/KgP <sup>2</sup> )	QIBM/C (g MS)	QIBM/C (g MS/KgP <sup>2</sup> )	QIRT (g MS)	QIRT (g MS/KgP <sup>2</sup> )
<b>Ration 1</b>	1971	1497,62	73,16	48878	24,56	2000,33	97,72
	1930	1480,60	73,55	23951	12,89	1740,11	86,44
	2156	1352,04	62,71	39494	18,32	1746,98	81,03
	2196	1352,37	61,38	54723	24,92	1899,59	86,30
<b>Moyenne ±Ecart-type</b>	<b>20,68 ±1,14</b>	<b>1420,66 ±133,28</b>	<b>67,75 ±7,94</b>	<b>422,61 ±173,76</b>	<b>20,17 ±8,06</b>	<b>1846,75 ±199,61</b>	<b>87,92 ±10,24</b>
<b>Ration 2</b>	1889	1411,49	74,72	22006	11,65	1631,55	86,37
	1982	1339,70	68,60	22006	11,10	1579,76	79,71
	2122	1396,97	65,83	22006	10,37	1617,03	76,20
	2169	1494,03	68,88	22006	10,14	1713,98	79,02
<b>Moyenne ±Ecart-type</b>	<b>20,41 ±1,12</b>	<b>1415,55 ±112,09</b>	<b>69,51 ±5,66</b>	<b>220,06 ±2,69</b>	<b>10,82 ±0,62</b>	<b>1635,58 ±113,13</b>	<b>80,33 ±5,97</b>
<b>Ration 3</b>	1903	1214,42	51,46	8802	3,72	1302,20	55,18
	2020	1117,84	55,34	8802	4,36	1205,86	59,70
	1784	1274,95	71,47	8802	4,93	1362,97	76,40
	1723	1225,00	71,10	8802	5,11	1312,16	76,21
<b>Moyenne ±Ecart-type</b>	<b>18,58 ±1,11</b>	<b>1208,05 ±107,36</b>	<b>62,34 ±10,26</b>	<b>88,02 ±1,06</b>	<b>4,53 ±0,57</b>	<b>1296,07 ±107,66</b>	<b>66,87 ±10,76</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,42</b>	<b>0,42</b>	<b>0,12</b>	<b>0,66</b>	<b>0,66</b>	<b>0,71</b>	<b>0,48</b>
<b>P</b>	<b>&lt; 0,09</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,00037</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>ddl</b>	<b>12</b>	<b>243</b>	<b>243</b>	<b>243</b>	<b>243</b>	<b>243</b>	<b>243</b>

## Annexe 5 : Équation de régression des quantités ingérées de paille en fonction de celle de bloc

Individus	MSI Paille	MSI Bloc
1	1342.17	100.39
2	1419.79	409.27
3	1245.79	122.35
4	1281.36	99.41
5	1400.94	123.55
6	1396.66	185.33
7	1330.26	324.32
8	1281.15	275.29
9	1299.03	260.00
10	1354.13	411.95
11	1325.04	286.42
12	1371.85	374.54
13	1441.48	220.32
14	1436.61	560.00
15	1354.97	464.00
16	1575.99	293.44
17	1409.75	409.27
18	1341.54	175.88
19	1446.32	122.35
20	1387.77	77.22
21	1282.58	61.78
22	1370.76	91.76
23	1318.04	152.94
24	1368.10	76.47
25	1312.65	212.98
26	1322.31	192.00
27	1211.60	248.00
28	1396.71	254.83
29	1394.97	486.49
30	1316.86	370.66
31	1270.01	275.29
32	1232.00	252.35
33	1410.73	313.53
34	1346.80	351.17
35	1540.97	544.74
36	1512.68	265.17
37	1606.17	295.07
38	1445.78	372.67
39	1558.14	322.50
40	1484.44	393.42
41	1528.75	400.99
42	1353.13	444.33
43	1445.04	322.50
44	1561.86	523.17
45	1526.63	453.95
46	1377.72	431.25

N° Ration	P <sup>ns</sup>	EAU (ml/AN/J)	EAU (L/Kg MS)	EAU (ml/KgP <sup>ns</sup> )
Ration 1	19,71	4549,09	2,38	22,23
	19,50	4745,86	2,78	235,76
	21,56	4155,69	2,42	192,75
	21,96	5072,76	2,71	231
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>20,68 ± 1,14</b>	<b>4630,85 ± 849,85</b>	<b>2,57 ± 0,38</b>	<b>220,44 ± 41,96</b>
Ration 2	18,89	4077,59	2,48	215,86
	19,82	3629,59	2,34	183,03
	21,22	4102,41	2,56	193,33
	21,69	4084,35	2,4	188,31
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>20,41 ± 1,12</b>	<b>3973,49 ± 608,59</b>	<b>2,45 ± 0,34</b>	<b>195,13 ± 30,36</b>
Ration 3	19,03	3200,38	2,34	135,61
	20,20	4824,48	2,4	238,84
	17,84	3284,83	2,4	184,13
	17,23	2868,00	2,08	166,45
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>18,58 ± 1,11</b>	<b>3544,42 ± 677,98</b>	<b>2,31 ± 0,43</b>	<b>181,26 ± 37,44</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,42</b>	<b>0,38</b>	<b>0,07</b>	<b>0,26</b>
<b>P</b>	<b>&lt; 0,09</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>0,0005</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>ddl</b>	<b>12</b>	<b>226</b>	<b>226</b>	<b>226</b>

## Annexe 7 : digestibilité de MS, MO, MAT, des rations.

N° Ration	CUDMS (%)	CUDMO (%)	CUDMAT (%)
Ration 1	50,67	50,67	62,49
	46,66	49,47	61,81
	55,29	57,84	77,40
	54,45	57,42	77,30
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>51,77 ± 5,74</b>	<b>53,85 ± 5,72</b>	<b>69,75 ± 9,34</b>
Ration 2	52,20	53,96	50,77
	53,46	55,81	46,99
	53,48	55,50	50,17
	53,98	55,80	50,28
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>53,28 ± 2,36</b>	<b>55,27 ± 2,30</b>	<b>49,55 ± 2,64</b>
Ration 3	49,61	52,05	47,63
	49,89	51,53	50,08
	50,62	52,66	44,72
	44,90	47,10	47,29
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>48,76 ± 0,04</b>	<b>50,83 ± 0,04</b>	<b>47,43 ± 0,04</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	<b>0,76</b>
<b>P</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>ddl</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>

## Annexe 8 : digestibilité de NDF, ADF, HEM, CB des rations.

<b>N° Ration</b>	<b>CUD NDF (%)</b>	<b>CUD ADF (%)</b>	<b>CUD HEM (%)</b>	<b>CUD CB (%)</b>
<b>Ration 1</b>	45,67	44,27	47,78	55,75
	40,39	38,80	42,72	49,43
	49,88	48,43	52,06	56,95
	49,52	47,64	52,41	54,63
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>46,37 ± 6,79</b>	<b>44,79 ± 6,85</b>	<b>48,74 ± 6,75</b>	<b>54,19 ± 5,65</b>
<b>Ration 2</b>	48,53	50,77	45,37	57,67
	50,98	52,80	48,39	58,20
	48,78	50,99	45,58	58,97
	50,48	52,91	47,12	60,45
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>49,69 ± 3,20</b>	<b>51,87 ± 3,05</b>	<b>46,62 ± 3,47</b>	<b>58,83 ± 2,63</b>
<b>Ration 3</b>	49,58	51,90	46,33	60,18
	45,91	47,19	44,10	55,78
	48,86	50,32	46,83	57,64
	41,30	43,62	38,10	50,02
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>46,41 ± 0,05</b>	<b>48,25 ± 0,05</b>	<b>43,84 ± 0,05</b>	<b>55,91 ± 0,05</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>
<b>F</b>	<b>0,056</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,012</b>	<b>0,005</b>
<b>ddl</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>

## Annexe 9 : Le bilan azote des animaux consommant les rations.

N° Ration	NI (g)	NI (g)	NU (g)	NE (g)	NR (g)	NR/NI (%)
Ration 1	27,27	10,20	10,44	20,64	6,63	23,69
	26,09	9,57	8,55	18,12	7,97	28,86
	41,06	9,27	15,68	24,95	16,11	39,15
	46,03	10,23	22,49	32,72	13,31	28,13
Moyenne ± Ecart-type	35,11 <sup>c</sup> ±10,70	9,84 <sup>b</sup> ±0,66	14,85 <sup>b</sup> ±6,85	24,10 <sup>±</sup> 7,09	11,00 <sup>c</sup> ±6,45	29,95 <sup>c</sup> ±11,51
Ration 2	18,76	9,25	3,05	12,30	6,46	34,34
	18,46	9,83	3,87	13,70	4,76	25,84
	18,84	9,34	3,65	12,99	5,85	30,97
	18,97	9,51	4,03	13,39	5,58	29,68
Moyenne ± Ecart-type	18,75 <sup>b</sup> ±0,58	9,48 <sup>b</sup> ±0,54	3,64 <sup>a</sup> ±1,32	13,09 <sup>a</sup> ±1,59	5,66 <sup>b</sup> ±1,49	30,20 <sup>b</sup> ±7,90
Ration 3	13,83	7,28	6,80	14,08	-0,25	-1,78
	13,23	6,60	5,34	11,94	1,28	9,87
	14,59	8,06	3,82	11,88	2,71	18,62
	13,81	7,29	4,59	11,88	1,93	14,54
Moyenne ± Ecart-type	13,86 <sup>a</sup> ±0,66	7,37 <sup>a</sup> ±0,76	5,14 <sup>a</sup> ±1,85	12,44 <sup>a</sup> ±1,87	1,41 <sup>a</sup> ±1,73	10,31 <sup>a</sup> ±12,6
R <sup>2</sup>	0,71	0,74	0,60	0,64	0,52	0,43
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
ddl	59	59	59	59	59	59

## Annexe 10 : Le niveau alimentaire des rations.

N° Ration	P <sup>a, b</sup>	MO DI (g)	MADI (g)	NA-E	NA-N
Ration 1	19,71	737,75	106,56	1,63	2,15
	19,50	690,42	100,76	1,54	2,05
	21,56	930,77	198,51	1,88	3,65
	21,96	932,93	222,28	1,85	4,02
Moyenne ± Ecart-type	20,68 <sup>b</sup> ±1,14	822,97 <sup>b</sup> ±130,76	157,03 <sup>b</sup> ±62,35	1,72 <sup>b</sup> ±0,20	2,97 <sup>b</sup> ±1,04
Ration 2	18,89	937,35	59,54	1,93	1,25
	19,82	838,16	54,28	1,84	1,09
	21,22	806,64	59,05	1,65	1,1
	21,69	838,94	59,58	1,68	1,09
Moyenne ± Ecart-type	20,41 <sup>ab</sup> ±1,12	830,27 <sup>b</sup> ±51,66	58,11 <sup>b</sup> ±2,94	1,78 <sup>b</sup> ±0,15	1,13 <sup>b</sup> ±0,08
Ration 3	19,03	608,29	43,1	1,39	0,9
	20,20	568,5	39,36	1,22	0,77
	17,84	687,13	40,78	1,67	0,91
	17,23	543,98	40,76	1,37	0,94
Moyenne ± Ecart-type	18,58 <sup>a</sup> ±1,11	601,98 <sup>a</sup> ±72,30	41 <sup>a</sup> ±1,90	1,42 <sup>a</sup> ±0,20	0,88 <sup>a</sup> ±0,07
R <sup>2</sup>	0,42	0,59	0,70	0,41	0,73
p	< 0,09	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
ddl	12	59	59	59	59

## Annexe 11 : Coût de 100 kg de BMN.



ingrédient	%	Prix (DA)
Datte	65	650
Urée	10	300
Ciment	15	150
CMV	8	560
Sel	2	30
<i>Total</i>	100	1700

## Annexe 12 : coût alimentaire journalier par ration.

N° Ration	QIP (g)	OIBMN/C (g)	Coût QIP (DA)	Coût QIBMNC (DA)	Coût de la ration (DA)
<b>Ration 1</b>					
<b>En MS</b>	1420.66	4226			
<b>En MF</b>	1531.87	480	19.91	8.16	28.07
<b>Ration 2</b>					
<b>En MS</b>	1415.55	22006			
<b>En MF</b>	1526.36	250	19.84	8	27.84