



RÉPUBLIQUE ALGERIENNE
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA -1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master 2

Spécialité : Production et nutrition animale

Etude de la valeur alimentaire D'un Mash fibreux.

**Présenté par : MOUAS Nassima
et DEBBIH Ismail**

Devant le jury composé de :

Mme. MEFTI H	Pr.	USDB	Présidente de jury
Mr. BENCHERCHALI. M	MCA	USDB	Promoteur
Mme. CHEKIKENE AH	MAA	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2019/2020

Remerciements

Avant tout, On remercie Dieu le tout puissant, pour nous avoir donné de la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour nous avoir permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promoteur, Mr BENCHERCHALI Mohamed, pour l'aide qu'il nous a apporté durant des années et pour sa patience, nous le remercions vivement et nous espérons que nos efforts et nos résultats ont été à la mesure de son attente.

Nos remerciements vont également à tous nos professeurs et enseignants qui par leur compétence nous ont soutenu dans la poursuite de nos études et qui ont contribué à ce couronnement.

Nous exprimons nos vifs remerciements aussi à madame YAHIYATENE. S, et madame Wassila, c'est vraiment grâce à elles qu'on a pu terminer le travail expérimental, chapeau bas.

Nos remerciements vont à Mme MEFTI KORTEBY H d'avoir acceptée de présider le jury et à Mme CHEKIKENE AH, d'avoir acceptée d'examiner ce modeste travail.

Et à tous ce qui ont participés de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

C'est avec une gratitude et des mots sincères, que je dédie ce travail de fin d'étude à :

Ma chère mère

Qui n'a jamais cessée de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs...je vous souhaite toute la santé.

A ma très chère sœur Zahira

Pour son soutien et ses conseils précieux tout au long de mes études.

A mes petites sœurs...*Romayssa, Bouchra et la géniale Lamis*

A mon frère **MOURAD** et le plus beau frère du monde **MOHAMED Ayoub** que j'aime beaucoup.

A toute la promo de nutrition et production animale « 2017-2020 » que je respect.

Nassima

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes parents

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler, Que Dieu leur procure santé et longue vie.

A ma sœur Leila

Que j'aime beaucoup et qui ma soutenue tout le temps.

A mes frères

Et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Je vous dis Merci.

Ismail

Résumé :

En vue de déterminer la valeur alimentaire de la paille d'orge et d'un mash fibreux, 04 béliers ont été soumis à un test d'ingestibilité et de digestibilité in-vivo où les quantités d'aliments distribuées, les quantités refusées, les quantités de fèces excrétées ainsi que les résultats des analyses chimiques ont été utilisées pour calculer le coefficient d'utilisation digestive apparent des différents éléments nutritifs.

Ces animaux reçoivent les aliments testés durant une période d'adaptation qui diffère entre les deux essais (paille seule, et mash fibreux) ; pour la paille : l'introduction d'aliment testé faite directement jusqu'à l'arrivée à une consommation volontaire vue que les animaux y sont déjà habitués de le consommer, pour le mash, son distribution était progressivement jusqu'à l'arrivée à une ration composée de mash à volonté.

Les résultats obtenus montrent que :

La paille d'orge de la variété « Saida » est un aliment de qualité acceptable. Elle est moyennement ingérée (36,94g/kg $P^{0,75}$) et peu digérée (dMS de 51,03 %) ce qui influe insuffisamment sur la couverture des besoins d'entretien (GMQ de - 34,10 g/j).

Pour le mash fibreux, les résultats partiels (ingestibilité de 58,17g/kg $P^{0,75}$ et une dMS de 56,90 %) ne nous permettent pas de tirer des conclusions sur sa valeur alimentaire, néanmoins distribué seul à des béliers de race Hamra de 68 kg de PV, il leur a pas permis de couvrir leur besoin d'entretien avec un léger gain de 71,43 g/jour.

Mots clés : valeur alimentaire, mash fibreux, paille d'orge, ingestibilité, digestibilité.

Study of the dietary value of a fibrous mash

Summary :

In order to determine the dietary value of barley straw and a fibrous mash, 04 Rams were subjected to an ingestibility and in-vivo digestibility test, where the amounts of food distributed, the amounts refused, the amounts of feces excreted as well as the results of chemical analyses were used to calculate the apparent digestive utilization coefficient of various nutrients.

These animals receive the food tested during an adaptation period, that differs between the two trials ; for Straw the introduction of tested food made directly until the arrival to a voluntary consumption since the animals are accustomed to consume it, for mash its distribution was gradually until the arrival to a consumption composed of mash at will.

The results show that :

The barley straw of the variety « Saida » is a food of acceptable quality, it is moderately ingested ($36,94 \text{ g/kg P}^{0,75}$) and poorly digested (digestible from dry matter dMS of 51,03 %) which affects the coverage of maintenance needs that is insufficient (average health GMQ of $- 34,1 \text{ g/Day}$).

For the fibrous mash, the partial results (ingestibility of $58,17 \text{ g/kg P}^{0,75}$ and a dMS of 56,90 %) do not allow us to draw conclusions about its dietary value, however distributed alone to Rams of Hamra breed of 68 kg PV, it did not allow them to cover their need for maintenance with a slight again of $71,43 \text{ g/Day}$.

Key words : dietary value, fibrous mash, barley straw, ingestibility, digestibility.

دراسة القيمة الغذائية للهريس الليفي

ملخص :

من أجل تحديد القيمة الغذائية لقش الشعير والهريس الليفي ، تم اخضاع 04 كباش لاختبار عدم قابلية الهضم والهضم في الجسم الحي حيث ان كميات الغذاء الموزعة ، والكميات المرفوضة ، و كميات الفضلات التي تم تخليفيها ، بالإضافة الى نتائج التحليلات الكيمائية لحساب معامل الاستخدام الهضمي الظاهر للعناصر الغذائية المختلفة.

تتلقى هذه الحيوانات الطعام الذي تم اختباره خلال فترة التكيف التي تختلف بين التجريبتين، بالنسبة للقش، يتم ادخال الطعام الذي هو قيد الدراسة مباشرة حتى الوصول الى استهلاك إلى استهلاك طوعي ، باعتبار ان هذه الحيوانات معتادة على استهلاكه ، بالنسبة للهريس ، كان توزيعه تدريجيا حتى الوصول الى استهلاك طوعي لهذا الغذاء.

تظهر النتائج أن :

قش الشعير من الصنف "سعيدة" هو طعام ذو جودة مقبولة، يتم تناوله بشكل معتدل 36.94 غ/كغ من الوزن الغذائي ،وسوء الهضم 53.03% من هضم المادة الجافة مما يؤثر على تغطية احتياجات الصيانة التي تكون غير كافية 34.10 غ/يوم من الربح المتوسط اليومي.

بالنسبة للهريس الليفي ، لا تسمح لنا النتائج الجزئية (القابلية 58.17 غ/كغ من الوزن الغذائي وبنسبة 56.90 % من هضم المادة الجافة ،استخلاص استنتاجات حول قيمته الغذائية ، ومع ذلك يتم توزيعها بمفردها على الكباش من سلالة الحمرا ذات 68 كغ من الوزن الحي ، فإنها لم تسمح لهم بتغطية حاجتهم للصيانة مع زيادة طفيفة قدرها 71.43 غ/يوم.

الكلمات الرئيسية: القيمة الغذائية ، الهريس الليفي ، قش الشعير، القابلية، الهضم.

SOMMAIRE

Introduction.....1

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur la paille.....2

Chapitre 2 : Le mash fibreux.....8

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et méthodes.....18

Chapitre 2 : Résultats et discussion.....27

Conclusion.....33

Références bibliographiques

Tables des matières

Liste des tableaux

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la paille

Tableau 1. Composition chimique de la paille de céréale.....	3
Tableau 2. Digestibilité des pailles de céréales.....	4
Tableau 3. Valeurs alimentaires des pailles de céréales (g/kg MS).....	4

Chapitre II : Le mash fibreux

Tableau 4. Composition et valeurs des mash utilisés dans l'expérimentation.....	13
Tableau 5. Composition des « Rations sèches » utilisées et performances zootechnique.....	14
Tableau 6. Performances des jeunes bovins suivant le régime alimentaire.....	16
Tableau 7. Consommation des 2 lots suivant le régime alimentaire.....	17

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

Tableau 8. Poids vifs des béliers au début des essais.....	20
---	----

Résultats et discussion

Tableau 9. Composition chimique des aliments étudiés.....	27
Tableau 10. Ingestibilité et valeur d'encombrement de la paille et du mash.....	28
Tableau 11. Evolution du poids vif des animaux.....	30
Tableau 12. Digestibilité In-vivo de la MS de la paille et du mash étudiés.....	31

Liste des figures

Partie bibliographique

Chapitre II : Le mash fibreux

Figure 1. Mash fibreux.....	9
Figure 2. Mash fibreux spéciale croissance.....	10
Figure 3. Mash non fibreux.....	10
Figure 4. Génisses alimentées avec de mash.....	11
Figure 5. Distribution du mash fermier aux génisses de la ferme des Trinottier.....	15
Figure 6. Résultats décroissance et couts d'affouragement.....	15

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

Figure 7. Institut technique des élevages (ITELV).....	18
Figure 8. Paille d'orge.....	19
Figure 9. Mash fibreux.....	19
Figure 10. Boxe individuel.....	20
Figure 11. Cage à métabolisme.....	20
Figure 12. Échantillons broyés.....	21
Figure 13. Mash fibreux.....	23
Figure 14. Pèse ovins.....	24

Liste des abréviations

A

AGV : Acides Gras Volatiles.

AMV : Alfafa Mosaic Virus.

C

CB : Cellulose brute

CBD : Cellulose Brute Digestible.

CUD : Coefficient d'Utilisation Digestif.

E

ESB : Encéphalopathie Spongiforme Bovine.

F

FAO : Food and Agriculture Organisation.

G

g/j : gramme par jour.

g/kg : gramme par kilogramme.

GMQ : Gain Moyen Quotidien.

I

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique (France).

ITELV : Institut Technique des Elevages.

M

MAD : Matières Azotées Digestibles.

MAT : Matières Azotées Totales.

MGD : Matières Grasses Digestibles.

MM : Matières Minérales.

MOD : Matières Organiques Digestibles.

MS : Matière Sèche.

MSD : Matières Sèches Digestibles.

MG : Matière Grasse.

N

N : Azote Soluble.

NDF : Neutral Detergent Fiber

P

p : probabilité.

PDIA : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle d'origine Alimentaire

PDIE : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle permise par l'Energie.

PDIN : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle permises par l'Azote.

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin.

PV : Poids Vif.

Q

Qté : Quantité.

S

SFP : Surface Fourragère Principale.

T

TP : Taux Protéique.

TB : Taux Butyreux.

TMR : Ration Mélangée Totale.

U

UEB : Unité d'Encombrement Bovin.

UEM : Unité d'Encombrement Mouton.

UFL : Unité Fourragère Lait

UFV : Unité Fourragère Viande

UF : Unité Fourragère.

VL : Vache Laitière.

Introduction

Depuis des décennies, le développement du secteur agricole en Algérie, est entravé par de nombreux problèmes. Ceux-ci, empêchent le pays à réaliser l'autonomie alimentaire, et les crises fréquentes du lait en est la meilleure preuve.

Chaque année l'Algérie, enregistre un déficit alimentaire chez le cheptel animal, d'où la couverture des besoins alimentaires du troupeau reste insuffisante (BENCHERCHALI et HOUMANI, 2017).

Cette situation, se trouve aggravée par : les aléas climatiques marqués par des périodes de sécheresse, les rendements médiocres en fourrages ...

La résolution de ces problèmes, nécessite un important investissement dans la production fourragère, la formation et la vulgarisation des nouvelles techniques de production fourragère et d'élevage afin d'augmenter les rendements, la protection et l'exploitation rationnelle des parcours... (ABDELGUERFI, 1994).

Entretemps, il est nécessaire de trouver des solutions à court terme afin de réduire le déficit fourrager ; cela passe par L'emploi des procédés technologiques tel que les traitements physiques et chimiques, l'amélioration des modes de conservation des fourrages par l'utilisation des ensilages.

Dans notre travaille on essaye d'aller vers les sous-produits agro-industriels « paille d'orge » et encourager les éleveurs à modifier les modes de distribution des régimes alimentaires en optant pour les rations totales mélangées « mash fibreux ».

L'objectif de notre travail, est donc : la détermination de la valeur alimentaire d'un mash fibreux produit à partir de fourrages cultivés en vue de vulgariser son utilisation.

Partie bibliographique



CHAPITRE I

Généralités sur la paille

Chapitre I : Généralité sur la paille

I.1. Introduction

Dans les conditions d'Afrique du Nord, les pailles de céréales et les foins constituent une ressource alimentaire importante pour les ruminants surtout pendant les périodes d'automne et d'hiver (CHERMITI, 1997).

I.2. La paille de céréale

I.2.1. Définition

La paille : partie de la tige de certaines graminées, dites céréales à paille (blé, orge, avoine, seigle, riz), coupée lors de la moisson et rejetée débarrassée des grains sur le champ par la moissonneuse-batteuse sous forme d'andains, (DAVID, 2003).

Après la moisson, la paille est soit laissée sur la parcelle, soit récoltée à l'aide d'une ramasseuse-presse et trouve alors diverses utilisations : litière, fourrage, combustible, voire fabrication de papier. Autrefois, la paille était également utilisée comme isolant sur le toit des maisons (chaumières) (CHANCRIN et DUMONT, 1921).

I.2.2. Composition chimique

Les pailles, sont essentiellement constituées de parois végétales qui représentent de 60 à 85% de la matière sèche. Ces parois sont composées de cellulose varie, d'hémicelluloses et de lignine (respectivement 45 – 55%, 20 – 25% et 8 – 12% de la MS). Elle est donc peu digestible et peu appétente (CHENOST et al., 1991)

La paille n'est en général pas complètement sèche lors du battage (20 à 30% d'humidité résiduelle) (tableau 1); elle peut également contenir des plantes fourragères ou adventices encore vertes.

Tableau 1 : Composition chimique de la paille de céréale.

	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes
MS (%)	88	85 – 90
MM (% MS)	7	5 – 10
MAT (% MS)	3,5	2 – 5
Azote soluble (% N total)	25	20 – 30
CB (% MS)	42	40 – 50
Ca (g/kg de MS)	3	2 – 5
P (g/kg de MS)	0,8	0,3 – 1,5
Mg (g/kg de MS)	1	0,5 – 1,5

Source : (Comité des sous-produits RNED)

La teneur en cellulose brute des pailles (40 et 45%), rend imparfaitement compte de sa richesse en membranes. Par ailleurs, les pailles contiennent une petite quantité de glucides solubles (de 1 à 3%) et des quantités faibles mais variables, de matières azotées (entre 2 et 5%). La solubilité de ces matières azotées est de l'ordre de 20% (CHENOST et al., 1991).

La teneur des pailles en cendres est comprise entre 5 et 10%, mais les pailles en général sont très carencées en éléments minéraux. Elles sont en outre fortement carencées en soufre et en oligo-éléments et sont pratiquement dépourvues de vitamines (CHENOST et al., 1991).

I.2.3. Valeur alimentaire

I.2.3.1. Digestibilité

La paille, est un fourrage pauvre présentant une faible digestibilité (tableau 2). Presque exclusivement constituée des tiges des céréales à maturité, la paille renferme une proportion élevée de tissus lignifiés, peu dégradés par les micro-organismes de la panse. Par conséquent, peu d'éléments nutritifs sont libérés au cours du processus de la digestion (DULPHY, 1979).

Tableau 2 : Digestibilité des pailles de céréales

Paille de :	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes
Blé	42	37 – 48
Orge	45	40 – 51
Avoine	49	47 – 52

Source : (Comité des sous-produits RNED)

Lorsque la proportion de céréales dans la ration augmente, la digestibilité des pailles diminue (environ 1 point pour une augmentation de 5%). En revanche, les concentrés sans amidon et riches en parois digestibles comme les pulpes de betteraves déshydratées ne modifient pratiquement pas la digestibilité des pailles lorsque leur part dans la ration augmente. De même, l'effet des céréales est également pratiquement nul si on limite les quantités de concentré à 25% de la matière sèche de la ration totale (DULPHY, 1979).

DULPHY (1979), note qu'il est souhaitable de distribuer le concentré en plusieurs fois dans la journée lorsque celui-ci est à base de céréales.

Enfin, si les céréales sont distribuées en quantités élevées, il est important d'apporter du bicarbonate de soude à raison de 2% de la ration. En fait, la technique la plus efficace pour limiter la chute de digestibilité de la paille en présence de céréales est d'augmenter la teneur en MAT de la ration et de limiter les quantités de paille distribuées pour ralentir la vitesse de transit dans le tube digestif (DULPHY, 1979).

La valeur nutritive des pailles, est faible et très variable (tableau 3). Si les pailles, ne sont pas correctement complétées, leur valeur nutritive « potentielle » n'est pas atteinte car elles ne sont pas entièrement fermentées dans le rumen (DULPHY, 1979).

Tableau 3. Valeurs alimentaires des pailles de céréales (g/kg MS)

Paille de :	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	UEB	UEM
Blé	0,42	0,31	11	22	44	17	2,3
Avoine	0,50	0,39	10	20	48	1,7	2,3
Orge	0,44	0,33	12	24	46	1,7	2,3

Source : (INRA, 1988).

L'examen des valeurs PDIN et PDIE montre qu'il faut environ 13 à 15g d'urée par kg de MS de paille pour obtenir l'équilibre entre PDIE et PDIN et donc pour que la digestion de la paille soit correcte (DULPHY, 1979).

I.2.3.2. Ingestibilité

La mesure de l'ingestibilité des pailles, ne peut se faire qu'en présence d'un aliment concentré. Jusqu'à 25% dans la ration, le taux de substitution paille/concentré est négatif. A ce taux le concentré, entraîne une augmentation des quantités de paille ingérées grâce à l'apport des matières azotées (DULPHY, 1979).

Les quantités moyennes de paille ingérées sont alors les suivantes :

- * 700g de MS pour un mouton de 60 kg
- * 1,2 à 1,3 kg de MS pour 100 kg de PV pour des génisses de 1 à 2 ans.
- * 1,1 à 1,2 kg de MS pour une vache nourrice de 600 kg de poids vif.

Avec une proportion de concentré inférieure à 25%, la consommation de paille est inférieure en raison d'un manque de matières azotées.

Inversement, au-delà de 30% de concentré dans la ration, celui-ci se substitue à la paille dont la consommation diminue (DULPHY, 1979).

D'autres facteurs agissent sur l'ingestibilité des pailles (DULPHY, 1979)

- * Les pailles avec adventices, sont mieux consommées que celles qui ont mûri par temps chaud.
- * Les pailles qui n'ont pas reçu de pluies sont mieux appréciées que celles ayant subi des intempéries.

La valeur d'encombrement des pailles, est élevée ; exprimée en unités d'encombrement (UE), elle varie de :

- ☞ 2 à 2,6 UEM/kg MS pour les moutons, avec une valeur moyenne de 2,30 UEM/kg MS.
- ☞ 1,6 à 1,9 UEB/kg MS pour les bovins, avec une valeur moyenne de 1,75 UEB/kg MS (DULPHY, 1979).

I.2.4. La paille de céréale en alimentation des ruminants

I.2.4.1. Intérêt zootechnique de la paille

- La paille est caractérisée par un coefficient de digestibilité faible, une valeur d'encombrement élevée, une concentration énergétique et azotées faibles (DULPHY et PETIT, 1979).

Aussi, la paille ne peut intervenir dans la constitution des rations pour herbivores que dans deux cas :

- Soit comme complément nécessaire à la rumination lorsque les animaux reçoivent des rations très concentrées.
- Soit comme un véritable aliment dans le cas d'animaux peu exigeants, mais il est alors nécessaire d'apporter un complément énergétique et azoté, la paille seule ne pouvant couvrir les besoins d'entretien. C'est pourquoi elle est fréquemment associée à d'autres fourrages beaucoup plus riches : bons foins, ensilages d'herbe ou de maïs, pulpes de betteraves (DULPHY et PETIT, 1979).

I.2.4.2. Principes d'utilisation de la paille

L'utilisation de la paille en alimentation animale, se heurte à des problèmes liés essentiellement à ses caractéristiques de composition. En effet, les pailles sont pauvres en matières azotées, en minéraux et en vitamines. Par contre, elles sont riches en parois végétales constituées essentiellement de glucides pariétaux (cellulose, hémicellulose et substances pectiques) et la lignine. Ces molécules sont fortement polymérisées et offrent une certaine résistance à l'attaque microbienne dans le rumen (JARRIGE, 1987).

Il existe deux principales voies d'amélioration de l'utilisation des pailles par les ruminants :

- La première, est nutritionnelle et consiste en une complémentation nutritive adéquate (énergétique, azotée, vitaminique et minérale).
- La deuxième est technologique, ce sont les traitements physiques, chimiques ou biologiques qui permettent de modifier les propriétés physico-chimiques des parois lignifiées des fourrages en les rendant plus accessibles aux microorganismes de la panse, dont les conséquences seront l'augmentation de la digestibilité et la stimulation de l'ingestion (JARRIGE, 1987).

I.2.4.3. Contribution alimentaire de la paille

La paille avec 2 à 3 milliards de tonnes produites annuellement, est de loin le plus important sous-produit agricole. Bien qu'elle ait une faible valeur alimentaire, une grande partie est utilisée pour l'alimentation des animaux (environ 280 millions de tonnes) (CHENOST, 1987). Malheureusement, la paille disponible à volonté ne couvre que la moitié au deux tiers des besoins énergétiques d'entretien des animaux qui la consomment (JARRIGE, 1987).

En Algérie, l'utilisation de la paille de céréales dans l'alimentation des herbivores, se justifie surtout par une production appréciable de celle-ci, la fréquence des sécheresses, son coût, la possibilité d'améliorer sa valeur alimentaire par différents traitements et un système fourrager non adapté aux besoins de l'effectif actuel des animaux (CHACHOUA, 2015).

La participation de la paille dans le bilan fourrager algérien permet :

- Une diminution du déficit alimentaire en UF d'une valeur moyenne de 1,34 milliard d'UF.
- Ainsi que l'augmentation du taux de couverture des besoins alimentaires d'une valeur moyenne de 14,24 % (MADR, 2007).

A travers ces résultats, on peut dire que la paille est une ressource clé des systèmes alimentaires des ruminants. Elle se stocke, s'achète sur le marché et joue le rôle d'aliment des écours en voyageant des régions agricoles vers les régions pastorales (CHACHOUA, 2015).



CHAPITRE II :

Le mash fibreux

Chapitre II : Le mash fibreux

II.1. Introduction

Deux crises récentes, ont trouvé leur origine dans le secteur de l'alimentation animale : le développement de l'encéphalopathie spongiforme bovine et la contamination par des dioxines au début de l'année 1999 (DORMONT et al., 1999).

Ces deux crises, ont eu des répercussions majeures, qui ont rapidement dépassé le cadre d'un seul pays, pour prendre une dimension internationale. Elles ont montrés les liens entre l'alimentation animale et les problèmes de santé publique, mis en évidence la diversité de la nature des risques et mis en lumière l'importance d'une maîtrise de la qualité des matières premières entrant dans l'alimentation animale (DORMONT et al., 1999).

II.2. Le mash

II.2.1. Définition

La dénomination « Mash » désigne un « mélange » (traduction anglo-saxonne), mais elle ne préjuge ni de la composition, ni de la forme de présentation, ni de sa proportion dans la ration (BENOIST, 2006).

Les aliments mash, se définissent comme un mélange de matières premières apparaissant en l'état et qui n'a pas fait l'objet de broyage ou de granulation (DOCHEZ, du Syncopac). Mais derrière la dénomination « mash » se cachent des techniques d'obtention très diverses : cela peut aller du simple déversement de plusieurs matières premières dans une même benne à la mise en œuvre de procédés industriels sophistiqués avec garantie de pesée, en passant par le stockage à plat (BENOIST, 2006).

Le mash, est désormais considéré comme un aliment à part entière, soumis à la réglementation en vigueur : les obligations d'étiquetage, le règlement hygiénique, avec l'ensemble des obligations usuelles (qualification des procédés, pilotage...) (LEGARTO, 2004).

II.2.2. Types de Mash

Il existe trois types d'aliments sous le nom de « mash » (Bergot) :

II.2.2.1. Mash fibreux

❖ Mash fibreux 'spéciale engraissement'

Aliment recommandé pour les animaux à l'engraissement. A distribuer avec des fourrages grossiers à volonté (Agriconomie., 2020).

Composition principale (figure 1) :

- Fibres de luzernes déshydratées brins longs ; Pulpes de betteraves déshydratées
- Coques de cacao ; aliment de colza ; tourteau de pression de palme
- Tournesol ; épeautre ; maïs flocons ; vinasse de betteraves partiellement depotassifiée ; gluten de maïs
- Tourteau de pression de lin ; drèches de maïs ; soja
- Farine de pain ; chlorure de sodium ; Oglio-vitamines ; carbonate de calcium
- Tourteau de pression de maïs ; mélasse de betterave.



Figure 1. Mash fibreux (Agriconomie, 2020).

❖ Mash fibreux ; croissance (spéciale génisses)

Aliment recommandé pour assurer une bonne croissance des génisses laitières, idéalement à distribuer à partir de 4 à 6 mois après le mash premier âge «FibroMash First » (Agriconomie, 2020).

Composition principale :

Escourgeon, pulpes de betteraves déshydratées, luzerne déshydratées brins longs, coques de cacao, radicules de malt (figure 2).

Mode d'emploi :

- ✍ Bovins d'élevage (à partir de 3 mois) : 1,5 à 2 kg/100 kg de poids vif.
- ✍ Taurillon en pré-engraissement : à volonté.

- ✍ En complément de pâture : 0,5 à 1 kg/100 kg de poids vif
- ✍ Eau fraîche et fourrage fibreux (foin/paille) à disposition.
- ✍ Distribuer avec de la paille à volonté.



Figure 2. Mash fibreux spéciale croissance (Agriconomie., 2020).

II.2.2.2. Mash non fibreux

Aliment pour veaux sous la mère, sécurisé et riche en cellulose digestible (Agriconomie., 2020).

Composition principale :

Pulpes de betterave séchée, maïs, tourteaux (soja, colza, tournesol, etc...), épeautre, blé, coques de cacao, coques de soja (figure 3).

Mode d'emploi :

Aliment recommandé aux veaux sous la mère, en particulier pour une alimentation à volonté à l'aide d'un nourrisseur à trémie. Distribuer avec de la paille à volonté.



Figure 3. Mash non fibreux (Agriconomie, 2020).

II.2.3. Réussite d'un mash

La formulation et la présentation des matières premières sont déterminantes pour rendre le mash homogène, satisfaire l'éleveur et donner envie aux ruminants de l'ingérer. Il faut veiller donc à la précision des dosages et à respecter l'intégrité des ingrédients. L'ordre de dosage, la pulvérisation de liquides, l'équipement de mélange, les transferts de la capacité de stockage appellent aussi une vigilance accrue (TECHNA, 2019).

II.2.3.1. Homogénéité

Tout mash, présente un risque de « démélange » du fait d'un spectre granulométrique de ses composants très larges (quelques centimètres). Le mash supporte mal les chutes dans les cellules de stockage, et un transport avec trop de secousses. Les deux sont très néfastes à un bon coefficient de variation, paramètre imposé du fait que le mash est bien considéré comme un aliment composé (TECHNA, 2019).

II.2.3. Destination du mash

C'est un aliment sec aux aspects et composants diversifiés, mais dont les éléments sont souvent visibles à l'œil. Le mash est conçu aussi bien pour une alimentation d'entretien des allaitantes que pour l'engraissement des races à viande (TECHNA, 2019). Il est prévu pour tous les animaux de tous âges à partir du sevrage (figure 4).



Figure 4. Génisses alimentées avec de mash (TECHNA, 2019).

II.2.4. Avantages

Les avantages de l'usage du mash sont multiples :

- Il facilite l'entretien et le nettoyage des boxes.
- Favorise une meilleure digestion ainsi que le confort des animaux.

- Il favorise une certaine amélioration du volume musculaire issue de l'optimisation de la digestion.

Les avantages attribués à l'usage du mash font réfléchir sur la possibilité de l'utiliser non seulement comme complément, mais comme ration unique (TECHNA, 2019).

II.2.5. Ration sèche ou mash

De plus en plus d'éleveurs choisissent d'autres concepts d'alimentation, en alternative au classique système maïs ; notamment l'utilisation des rations sèches (TAVEAU, 2006).

II.2.5.1. Nature

Les rations sèches, sont une solution pour réduire le temps de travail en élevage laitier. Ce sont des aliments qui apportent à la fois de l'énergie, de l'azote mais également des fibres. Dans ces concentrés, on peut trouver de la luzerne, du maïs grain et du soja. Ces aliments remplacent totalement ou en partie le maïs (TAVEAU, 2006)

II.2.5.2. Avantages

- L'ingestion est meilleure.
- La production laitière augmente (environ +1 à 2,5 kg)/VL/jour.
- Les risques d'acidose sont limités (pour des vaches hautes productrices).
- Diminution du temps de travail (distribution).

Réduction du nombre de vaches et de la SFP (maïs et herbe) (TAVEAU, 2006)

II.2.5.3. Inconvénients

- Le cout : quels que soient les essais (suppression de l'ensilage d'herbe, réduction de l'ensilage de maïs, ou suppression de l'ensilage de maïs en hiver), il y a une dégradation du revenu, car le cout de ces aliments est élevé et n'est pas compensé par la réduction des animaux de la SFP (TAVEAU, 2006)
- Le TB baisse avec des aliments en bouchon.

II.2.5.4. Utilisation de l'aliment mash en alimentation animale

II.2.5.4.1. Production laitière

Les modes de rationnement des vaches laitières se modifient avec le temps, en fonction du niveau de production laitière, des installations, des matériels,

des fourrages produits sur l'exploitation, de la main d'œuvre disponible et des connaissances zootechniques en général (BENOIST, 2006).

Depuis que le maïs plante entière est devenu le fourrage dominant dans les exploitations laitières ayant un contexte favorable à cette culture, les aliments utilisés dans les rations sont moins diversifiés, on retrouve essentiellement du maïs, du tourteau de soja et des concentrés de production avec de plus en plus de céréales (dont encore du maïs grain) et divers tourteau (dont encore du soja) (BENOIST, 2006). Les modes d'apport se sont par contre diversifiés d'une exploitation à l'autre : distribution ou libre-service des fourrages avec distribution individualisée de concentrés, ou bien ration complètes ou semi-complètes plus ou moins mélangées mécaniquement (BENOIST, 2006).

Résultats expérimentaux :

Un essai réalisé à Ognoas BENOST (2006), compare l'utilisation de deux mash fibreux à un système classique maïs plat unique. La composition des aliments « mélanges », est présentée dans le tableau 4. Les apports azotés sont supérieurs avec les rations « mash ».

Tableau 4 : Composition et valeur nutritive des mash utilisés dans l'expérimentation

Composition (en % MS)	Mash 1	Mash 2
Son de blé	7	0
Maïs grain	13,5	4
Corn gluten feed	16	0
Corn distillers (drèches de maïs)	0	23
Tourteau de soja	18	13
Pulpes	2	0
Graines de colza	2	0
Tourteau de palmiste	0	5
Tourteau de coprah huileux	0	12
Graines de coton	14	15
Foin de luzerne	20	26
Pré-mélange et autres	7,5	2
Valeur alimentaire	Mash 1	Mash 2
UFL/kg MS	1,00	0,96
PDIN/kg MS	150	173
PDIE/kg MS	125	154

Source : (institut de l'élevage)

L'utilisation des 2 mash, a permis une augmentation de l'ingestion et de la production laitière. Le TP est resté stable et un effet variable sur le TB apparaît selon le type de mash utilisé (tableau 5).

Les prises de poids et les variations d'état ont été identiques.

Le Ph des jus de rumen a été en moyenne de 5,8 comparable pour les 3 lots. Ce niveau, plutôt bas, ne s'est jamais traduit par des symptômes d'acidose (BENOIST, 2006).

Tableau 5 : Composition des « Rations sèches » utilisées et performances zootechnique

Ration (en kg MS)	Témoin	Mash 1	Mash 2
Maïs ensilage	17,4	12,8	8,8
Mash kg/j	0	12,4	17,5
Correcteur azoté	2,7 kg	0	0
Concentré production	2	1,1	0
Foin	1,7 (luzerne)	0,3 (graminée)	0
Minéral	300 g	0	0
UFL/kg MS ration totale	0,92	0,96	0,95
PDIE/kg MS ration totale	95	97	12
Performances zootechniques	Valeurs témoin	Ecart Mash 1/ Témoin	Ecart Mash 2/ Témoin
Total MS Ingérée	24,1 kg MS	+ 2,4 kg MS	+ 2,3 kg MS
Lait	31,7 kg	+2,0 kg***	+2,6 kg***
TP	32,65 g/l	-0,1 g/l NS	+0,2 g/l NS
TB	40,95 g/l	-0,8 g/l NS	+1,2 g/l

Source : (institut de l'élevage)

II.2.5.4.2. Jeunes bovins

L'utilisation d'un mélange sec au cours des premiers mois de vie ne présente que des avantages. Pour l'engraissement des taureaux, une phase initiale peut avoir des effets positifs (HIRSBRUNNER et WYSS, 2015).

a. Génisses laitières

La ferme expérimentale des Trinottières, a testé un mash fermier avec des génisses laitières durant deux ans. A base de foin de luzerne (500 kg), blé aplati (350 kg), tourteau de colza (150 kg), mélasse de betterave (25 kg), minéraux (15 kg) et 12 litres d'eau (DELPHY, 2018).

Cet aliment peu couteux (165 €/tonne), permet une distribution rapide et efficace de la ration avec un GMQ moyen d'1 kg du sevrage au 6^{ème} mois (figure 5). Il a pour valeurs nutritionnelles : 0,7 à 0,75 UFL, 80 à 90 g de PDI/kg et 13% de MAT (DELPHY, 2018).

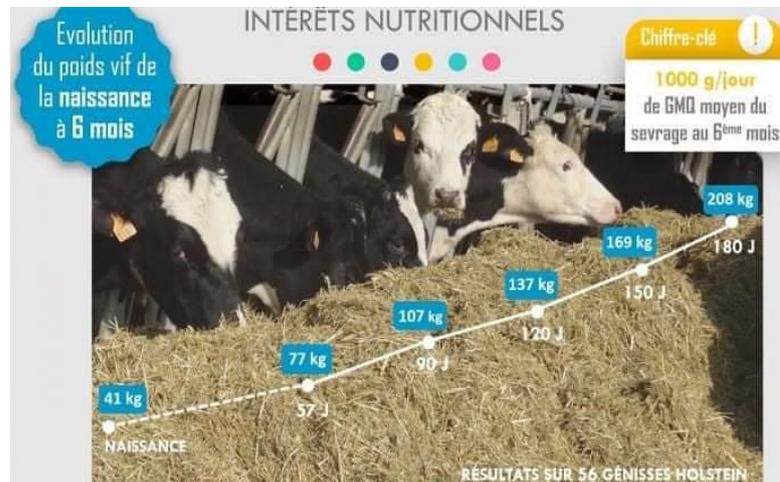


Figure 5. Distribution du mash fermier aux génisses de la ferme des Trinottier (Web-agri).

b. Veaux d'élevage

Le mash pour veaux, peut être réalisé dans l'exploitation en utilisant une mélangeuse et peut être entreposé durant plusieurs semaines grâce à des acides stabilisateurs. Il présente une triple structure : flocons, granulés ou aliment expansé (HIRSBRUNNER et WYSS, 2015).

Le mash, favorise un développement précoce du processus de rumination. Les veaux commencent à manger des aliments solides plus tôt et réalisent des croissances supérieures par rapport à l'aliment classique (figure 6) (HIRSBRUNNER et WYSS, 2015).

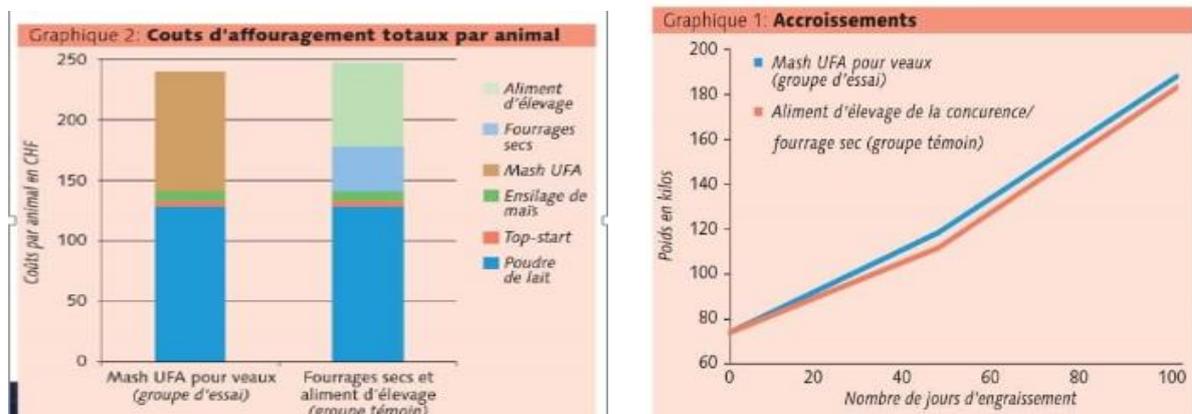


Figure 6. Résultats de croissance et coûts d'affouragement (HIRSBRUNNER et WYSS, 2015).

c. Engraissement de jeunes bovins

Selon GUILLAUME et LE PICHON, (2008), la ration sèche, donne de bons résultats techniques dans la production de jeunes bovin. Les croissances sont supérieures de 8 à 10% et l'indice de consommation amélioré d'environ 5% par rapport à une ration maïs ensilage.

Un essai a été réalisé sur des jeunes bovins de race Blonde Aquitaine. Les broutards ont été mis en lots au poids de 308 kg. Le lot alimenté avec du mash distribué à volonté, a été comparé à un lot témoin, qui reçoit du maïs ensilage complémenté par 3,5 kg de blé, 1,5 kg de tourteau de soja 48 et de l'aliment minéral. De plus, les animaux disposent de paille distribuée à volonté dans des râteliers (GUILLAUME et LE PICHON, 2008).

Les animaux du lot mash, ont produit des carcasses de 430 kg à l'âge de 16 mois ; des croissances plus élevées, 1440 g/j contre 1335 g/j pour le lot témoin (tableau 6) et un rendement carcasse plus élevé de +1 point ; ce qui a permis de réduire la durée d'engraissement de 26 jours par rapport aux animaux du lot témoin (GUILLAUME et LE PICHON, 2008).

Les écarts de croissances, sont observés sur toute la durée d'engraissement (figure 9). Exprimés en gain de poids de carcasse, les écarts de croissances sont significativement différents, 1080 g/j pour le lot mash contre 965 g/j pour les animaux du lot témoin (GUILLAUME et LE PICHON, 2008).

Tableau 6. Performances des jeunes bovins suivant le régime alimentaire

Lot	Maïs ensilage	Mash
Poids à l'abattage (kg)	685	673
Durée de l'essai (j)	238	212
Croissance (g/j)	1335	1440
Rendement en carcasse (%)	62,9	63,9
Age à l'abattage (mois)	16,7	16,0

Source : (Chambre d'agriculture de Bretagne)

Ces meilleurs niveaux de croissances, sont principalement liés à une ingestion plus élevée. Ce niveau d'ingestion supérieur est à relier au niveau azoté de la ration (122 g de PDI/UFV contre 110 dans le lot témoin) (tableau 7) (GUILLAUME et LE PICHON, 2008).

Les animaux du lot mash, ont consommé 0,7 kg de MS de plus par jour que ceux du lot témoin, soit 0,50 UFV et 160 g de PDI. L'indice de consommation, exprimé en UFV par kg de gain de poids de carcasse, est sensiblement plus faible dans le lot mash (8,0 UFV contre 8,4 dans le lot témoin).

Sur le plan sanitaire, l'utilisation de la ration sèche n'a pas posé de problème particulier (GUILLAUME et LE PICHON, 2008).

Tableau 7. Consommation des 2 lots suivant le régime alimentaire

Lot	Ensilage	Mash
Consommation de MS		
- Par jour (kg)	8,3	9,0
- Par kg de gain de PV (kg)	6,25	6,26
UFV par kg de gain de PV	6,11	6,03
UFV par kg de gain de carcasse	8,46	8,02
PDI/UF	110	122

Source : (Chambre d'agriculture de Bretagne)

Partie expérimentale



CHAPITRE I :

Matériel et méthodes

Matériel et Méthodes.

1. Objectif expérimental.

Ce travail, a pour but de connaître la valeur alimentaire de la paille d'orge et d'un mash fibreux. Il se divise en trois parties :

- Détermination de la composition chimique.
- Détermination de leur digestibilité in-vivo.
- Détermination de leur ingestibilité et de leur valeur d'encombrement.

2. Présentation de la région d'étude.

L'expérimentation, s'est déroulée au niveau de la ferme de démonstration (station d'élevage des ruminants) de l'institut technique des élevages (ITELV) (figure 7) située dans la commune de Birtouta, wilaya d'Alger, sur l'axe de la route Baba Ali - Chebli. Elle s'étend sur une superficie agricole totale de 429 ha et une superficie agricole utile de 405 ha.

Les analyses fourragères ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'ITELV.



Figure 7. Institut technique des élevages « ITELV » (Itelv.dz).

.3. Aliments.

L'étude expérimentale, a porté sur 02 aliments ; Il s'agit de :

3.1. Paille d'orge

L'orge de la variété «Saïda» est cultivée au niveau de la station de l'ITELV de Baba Ali. La paille obtenue, est utilisée dans l'alimentation des animaux ; le poids moyen d'une botte est de 15 Kg (figure 8).



Figure 8. Paille d'orge.

3.2. Mash fibreux

Le mash utilisé dans cette expérimentation (figure 9), a été offert gratuitement par la SARL Agro-enrubannage située à Constantine à l'ITELV pour connaître sa valeur nutritive.

Le mash appelé « aliment complet TMR Mash » se présente dans des sacs en plastique de 25 à 30 kg et se conserve pour une durée de 3 mois. Une quantité suffisante pour alimenter les bédiers durant toute la période expérimentale, a été ramenée de l'usine en une seule fois.



Figure 9. Mash fibreux.

Ce mash, est composé de :

- 35 % de luzerne enrubannée à 60 % de MS.
- 30 % de vesce-avoine enrubannée à 65 % de MS.
- 30 % de sorgho enrubanné à 55 % de MS.
- 3 % de mélasse vitaminée.
- 1 % de carbonate de calcium.
- 1 % de sel.

4. Animaux.

Les tests d'ingestibilité et de digestibilité in-vivo, se sont déroulés dans la bergerie de la station expérimentale de l'ITELV de Baba Ali. Les 2 essais, ont été réalisés sur un lot de 04 béliers de race Hamra, âgés de 3 ans et dont le poids au début de l'essai d'ingestibilité, est représenté dans le tableau 8. Durant ces essais les animaux, ont été placés dans des boxes individuels (figure 10) d'une superficie de 2 m² avec accès libre à la mangeoire et à l'abreuvoir puis dans des cages à métabolisme (figure 11). Chacun des béliers porte une boucle d'oreille permettant son identification afin de faciliter le déroulement des essais.

Tableau 8 : Poids vifs des béliers au début des essais (Kg)

Bélier	01	02	03	04	Poids moyens (kg)
Essai 01(kg)	73	58	76	69	69
Essai 02 (kg)	70	59	74	69	68



Figure 10. Boxe individuel.

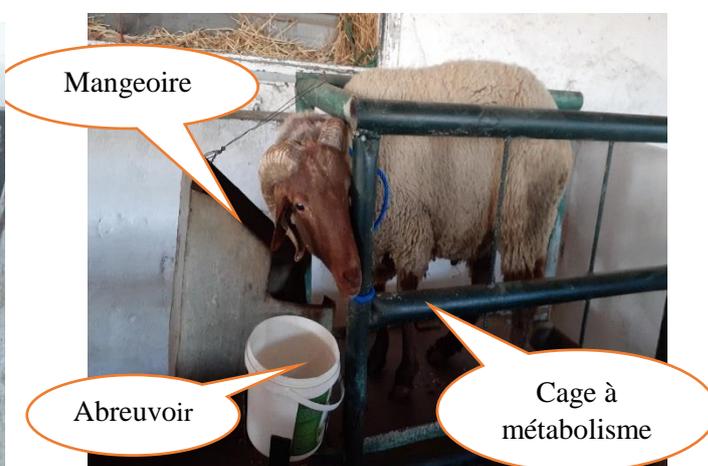


Figure 11. Cage à métabolisme

5. Techniques d'analyses.

5.1. Méthodes d'analyses chimiques.

Les méthodes d'analyses chimiques utilisées, sont celles de l'AOAC (1990). Les échantillons ont été broyés finement (1mm) et conservés hermétiquement (figure 12). Toutes les analyses ont été faites en triples (03 répétitions), les résultats sont rapportés à la matière sèche (en %).



Figure 12. Échantillons broyés.

5.1.1. Détermination de la matière sèche (MS).

Dans une capsule séchée et tarée au préalable, introduire 1 à 2 g de l'échantillon à analyser, porter la capsule dans une étuve à circulation d'air réglée à 105°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), laisser durant 24h, refroidir au dessiccateur, peser, remettre une heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée, continuer l'opération jusqu'à poids constant. La teneur en MS est donnée par la relation :

$$MS\% = \frac{Y}{X} \times 100$$

Y : poids de l'échantillon après dessiccation.

X : poids de l'échantillon humide.

5.1.2. Détermination des matières minérales (MM).

La teneur en MM d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération. Porter au four à moufle la capsule contenant 2g de l'échantillon a analysé. Chauffer progressivement afin d'obtenir une combustion sans inflammation de la masse.

-1 heure 30 mn à 200°C

-2 heures 30 mn à 500°C.

L'incinération doit être poursuivie jusqu'à combustion complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Refroidir au dessiccateur la capsule contenant le résidu de l'incinération, puis peser.

La teneur en matière minérale est donnée par la relation :

$$\text{Teneur en MM}\% = \frac{A \times 100}{B \times MS}$$

A : poids des cendres.

B : poids de l'échantillon.

MS : teneur en matière sèche (%).

5.1.3. Détermination de la matière organique (MO).

La teneur en matière organique est estimée par différence entre la matière sèche (MS) et les matières minérales (MM) : $MO \% = 100 - MM$.

5.2. Déroulement des essais d'ingestibilité.

5.2.1. Périodes d'adaptation.

Essai 1 :Paille d'orge :

Les béliers, ont été soumis à une période d'adaptation de 10 jours (du 11 / 02 au 20 / 02 / 2020). La paille, a été introduite directement étant donné que les animaux y sont habitués. Cette période s'est poursuivie jusqu'à arriver à une consommation à volonté.

Essai 2 :Mash :

Les béliers, ont suivis une période d'adaptation de 15 jours (du 01/03 au 15/03/2020). Le mash, a été introduit progressivement en substitution de la paille jusqu'à arriver à une ration composée de mash à volonté (figure 13).



Figure 13 : Mash fibreux.

5.2.2. Périodes de mesure.

Pendant toute la période de mesure (du 23/02 au 01/03 pour la paille seule et du 16/03 au 21/03 pour le mash), la paille et le mash, sont distribués seule et à volonté en 02 repas par jour : 09h00 et 16h00. De l'eau potable est à la disposition permanente des animaux.

Chaque jour et à 08h00 du matin, les refus sont récoltés et pesés avant toute nouvelle distribution des repas, afin d'ajuster la quantité à distribuer pour chaque animal (10% de refus autorisés), afin d'éviter le phénomène de tri.

Si le refus est supérieur à 10 %, un échantillon est prélevé pour déterminer la matière sèche de ce dernier.

5.2.3. Pesées.

Au début et à la fin de la période d'essai les béliers, ont été pesés dans un pèse ovins (figure 14) à jeun afin de déterminer le poids vif et son évolution (GMQ). Les quantités ingérées quotidiennement par les animaux en sec et en poids métabolique, ont été obtenues par pesée du distribué et des refus.



Figure 14. Pèse ovins.

5.3. Déroulements des essais de digestibilité In Vivo.

Il s'agit de la technique de DEMARQUILLY et BOISSAU (1978). Les mesures sont réalisées sur les mêmes animaux ayant servi pour l'essai d'ingestibilité et qui sont habitués à consommer ces rations depuis plusieurs jours.

Pendant toute la période de mesure qui a duré 11 jours pour l'essai 1 (paille) et 7 jours pour l'essai 2 (mash) les animaux placés sur cages à métabolisme, ont reçus respectivement de la paille d'orge et du mash fibreux à volonté (10 % de refus autorisés). L'eau de boisson est distribuée à volonté.

La période de mesure comprend deux étapes :

- Une période d'adaptation aux cages à métabolisme.
- Une période de mesure du bilan digestif.

Les prélèvements d'échantillons :

Les quantités d'aliments distribués, les refus et les fèces sont mesurés.

- Les aliments distribués :

Un échantillon de 100 g de paille (essai 1) et 100 g de mash (essai 2), sont prélevés chaque jour afin de déterminer leur MS. En fin de période, les échantillons sont cumulés pour les analyses chimiques.

- Les aliments refusés :

Le prélèvement, est proportionnel à l'importance des refus, soit :

Refus Prélèvements

0 à 50 g -----	0
50 à 150 g-----	la totalité
150 à 300 g-----	la moitié
300 à 600 g -----	le quart

Les refus secs sont cumulés par mouton et un échantillon moyen tenant compte de la proportionnalité des prélèvements est constitué en fin de période pour les analyses chimiques.

- Les fèces :

Le cinquième du poids total est prélevé sur les fèces propres puis séchées et cumulées par mouton avant les analyses.

6. Calculs.

6.1. Ingestibilité.

L'ingestibilité mesurée durant toute la période de mesure est déduite à partir de l'équation : Quantité ingérée = quantité distribuée – quantité refusée

Pour mieux comparer les résultats, l'ingestibilité est exprimée en g MS / kg P^{0,75}.

6.2. Valeur d'encombrement

Elle a été calculé en UEM selon l'équation de l'INRA (2007) : $UEM = 75 / Qi M$

6.3. Variation du poids vif des béliers (GMQ)

A été calculée comme suit : $GMQ (g/j) = \frac{PV \text{ finale} - PV \text{ initiale}}{\text{Nombre de jour}}$

6.4. Digestibilité in-vivo

Les quantités d'aliments distribuées, les quantités refusées, les quantités de fèces excrétées ainsi que les résultats des analyses chimiques ont été utilisées pour calculer le coefficient d'utilisation digestive apparent des différents éléments nutritifs selon la formule :

Coefficient de digestibilité apparent d'un aliment = $\frac{Qté \text{ ingérée} - Qté \text{ excrétée}}{Qté \text{ ingérée}} \times 100$

On obtient ainsi : le CUD de la MS, MO, MAT et CB.

6.5. Calculs statistiques.

Le calcul des moyennes et des écarts types, a été réalisé par Excel.

La comparaison des moyennes par le test de Student, a été faite par le logiciel Statgraphics Centurion XVI Version 16.1.1.18.



CHAPITRE II :

Résultats et discussion

Résultats et discussion :**I. Composition chimique.**

La composition chimique, des aliments étudiés, figure dans le tableau 9.5

Tableau 9 : Composition chimique des aliments étudiés.

Sous-produits	MS%	en % de la MS	
		MO	MM
Paille d'orge	92,49 ± 0,19 A	94,74 ± 0,06	5,26 ± 0,06
Mash fibreux	32,53 ± 3,68 b	-	-

MS : matière sèche ; MO : matière organique ; MM : matières minérales. Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne, sont comparables au seuil de 5%.

I.1. Teneur en matière sèche (MS) :

La teneur en MS, est significativement différente entre les aliments étudiés. Elle est de 92,49% pour la paille d'orge et 32,53% pour le mash fibreux.

La teneur en MS, est relativement élevée pour la paille du fait qu'elle n'a été récoltée qu'après le stade vitreux des grains d'orge. Celle du mash est plus faible étant donné qu'il est à base de luzerne, de sorgho et de vesce avoine enrubannés aux quelles est rajoutée 3 % de mélasse.

La teneur en MS de la paille d'orge, se rapproche de celle annoncée par CHEHMA et al, (2002) avec 93,76%. Celle du mash, est plus élevée que celles de l'ensilage du ray-grass spontané ensilé directement (15,61 %) ou après pré-fanage (23,42%) ainsi que celle de l'ensilage d'avoine spontanée ensilé directement (28,33%) ; mais elle est proche de celle de l'ensilage d'avoine pré-fanée avec 36,58 % (BOUZARA, 2017). Cette teneur est cependant plus faible que celle annoncée par l'INRA (2007) pour l'ensilage de luzerne au stade floraison avec 55 %. LEGARTO et BEAUMONT, (2003), annoncent une teneur en MS du mash fibreux de 86,8 %.

I.2. Teneur en matière organique (MO) :

La teneur en MO de la paille d'orge, est de 94,74 % ; elle est proche de celles rapportées par CHERMITI (1997) ; AGBALA et al, (1999) et ABIDI, (2013) avec respectivement 94,30 ; 95,8 et 95,1 % pour la paille d'orge.

I.3. Teneur en matières minérales (MM) :

La teneur en MM de la paille se rapproche de celle annoncée par Masson et al, (1989) avec 5,0 % ; mais elle est plus faible que celle trouvée par ERRIRI, (2015) avec 8,71 % pour la paille de blé.

II. Ingestibilité.

L'ingestibilité en MS, par rapport au poids vif et au poids métabolique et la valeur d'encombrement des aliments testés, sont rapportées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Ingestibilité et valeur d'encombrement de la paille et du mash.

Régime alimentaire	MS ingérée (g)	MS ingérée g/kg de PV	MS ingérée g/kg P ^{0,75}	UEM
Paille seule	873,69 ± 89,22 b	12,89 ± 2,83 b	36,94 ± 6,93 b	2,07 ± 0,34 a
Mash fibreux	1365,65 ± 87,57 a	20,34 ± 0,73 a	58,17 ± 1,15 a	1,28 ± 0,02 b

MS : matière sèche ; UEM : unité d'encombrement mouton. Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne, sont comparables au seuil de 5%.

2.1. Quantités ingérées en MS.

Les quantités ingérées en g de MS des rations testées, sont significativement différentes. En effet, la ration composée de mash fibreux avec 1365,65 g de MS/tête/jour, est plus ingérée que la paille seule avec 873,69 g de MS.

L'ingestion plus élevée du mash fibreux pourrait s'expliquer par une appétibilité plus élevée et une valeur d'encombrement plus faible que celle de la paille.

Selon DULPHY, (1979), la consommation de paille est maximale lorsque la ration comporte environ 25% d'aliment concentré. La quantité moyenne de paille ingérée est alors de 700 g de MS pour un mouton de 60 kg. Dans notre cas la paille d'orge avec 873,69 g de MS/jour présente une ingestibilité plus élevée ; ceci est vraisemblablement dû au fait que nos animaux sont plus adaptés à la consommation de paille.

2.2. Ingestibilité en g / kg de poids vif.

L'ingestibilité exprimée en g/kg de poids vif, est significativement différente entre les rations testées. Elle est par ordre de grandeur de : 20,34 et 12,89 g /kg de PV, respectivement pour les rations : mash fibreux et paille seule.

L'ingestibilité du mash, est proche de celle de l'orge hydroponique avec 18,14 g/kg de PV (BAGHDADI, 2018).

2.3. Ingestibilité en g / kg de poids métabolique ($P^{0,75}$).

Selon DULPHY et al, (1994) et DROGOUL et al, (2004), l'ingestibilité exprimée par rapport au poids métabolique ($P^{0,75}$), est la meilleure puisqu'elle permet d'estimer le degré de satisfaction des besoins et de mieux comparer la capacité d'ingestion d'animaux d'espèces ou de poids différents.

Chez les moutons « standard » (adulte castré de race Texel, pesant 60 kg), les quantités de MS de fourrages volontairement ingérées varient de 31 g/kg $P^{0,75}$ en moyenne pour les pailles complémentées en azote et minéraux à 90g/kg $P^{0,75}$ pour des fourrages verts très jeunes (DERMAQUILLY et al., 1981). Les quantités diminuent lorsque la plante vieillit et que sa digestibilité diminue et sont plus élevées, à même digestibilité ou à même âge pour les légumineuses que les graminées. Elles varient globalement en sens de la teneur en parois totales (NDF).

L'ingestibilité des rations exprimée par rapport au poids métabolique, est respectivement de 36,94 et de 58,17 g/kg de $P^{0,75}$ pour la paille seule et le mash fibreux. Ces différences d'ingestibilité, sont liées à la valeur d'encombrement des deux aliments testés (Tableau 10).

XANDE et al., (1978), annoncent une valeur de 31,4 g/kg de $P^{0,75}$ pour l'orge d'hiver et de 33 g/kg de $P^{0,75}$ pour l'orge de printemps, les deux valeurs sont plus faibles que notre résultat sur la paille. Celle-ci est inférieure à celle de la paille traitée à 5 % d'urée (46,9 g MS/kg $P^{0,75}$) (KOUACHE, 1997).

Le mash, présente une ingestibilité plus élevée que celles de l'orge cultivé avec 44 g/kg $P^{0,75}$ (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1998) et de l'orge hydroponique avec 49,14 g/kg de $P^{0,75}$ (BAGHDADI, 2018) ; mais plus faible que celle d'un foin de graminées spontanées avec 76,87 g / kg $P^{0,75}$ (GUILLAL et MADJROUD, 2013).

2.4. Valeur d'encombrement.

L'ingestibilité diminue lorsque l'effet d'encombrement du fourrage (temps de séjour de la MS dans le rumen) augmente. Celui-ci augmente lorsque la vitesse de dégradation dans le rumen du fourrage diminue et lorsque la fraction indégradable augmente.

La valeur d'encombrement des pailles est élevée ; exprimée en unités d'encombrement (UE), elle varie de :2 à 2,6 UEM/kg de MS pour les moutons, avec une valeur moyenne de 2,30 UEM/kg MS (DULPHY, 1979).

Puisque la paille est un résidu issu de la récolte des céréales, elle est donc composée pratiquement que de tiges qui sont des brins \pm longs qui vont occuper un grand espace ruminal, nos résultats confirme cela puisque la valeur d'encombrement de la paille est de 2,07 UEM. Cette valeur est cependant plus faible que celle annoncée par l'INRA (2007) pour la paille d'orge avec 2,47 UEM.

Le mash fibreux avec 1,28 UEM, est moins encombrants que la paille. Il présente une valeur UEM proche de celle de l'ensilage de maïs et de luzerne avec respectivement 1,28 et 1,20 UEM (INRA, 2007).

III. Variation du poids vif des animaux

La variation du poids vif des animaux au cours du test d'ingestibilité est rapportée dans le tableau 11.

Tableau 11 : Evolution du poids vif des animaux.

Régime alimentaire	PV moyen début période (kg)	PV moyen fin période (kg)	Variation moyenne (kg)	Variation journalière (g)
Paille seule	69,00 $\pm 7,87a$	68,63 $\pm 6,60 a$	- 0,37 $\pm 1,89 a$	- 34,10 $\pm 171,59 a$
Mash fibreux	68,00 $\pm 6,38 a$	68,50 $\pm 5,97a$	+ 0,50 $\pm 0,58 a$	+ 71,43 $\pm 82,48 a$

PV : poids vif. Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne, sont comparables au seuil de 5%.

- ☞ En statistique, toujours les valeurs de la moyenne sont plus élevées que celles de l'écart type, mais le « tableau 11 » contient le cas où les écarts types sont plus élevés que les

moyennes (explication : pour la paille seule : 01 de 04 béliers est perd de poids ; pour le mash fibreux : 01 des 04 béliers est perd de poids).

Les rations composées de paille d'orge et de mash fibreux, ont été distribuées aux béliers à volonté (10 % de refus autorisés), leur poids vif au cours du test d'ingestibilité, peut varier avec les quantités ingérées et l'efficacité digestive des rations et leur pouvoir à être retenu par l'organisme.

Les animaux du 1^{er} essai, recevant la paille d'orge à volonté, débutent le test avec un poids vif moyen de 69 kg et l'ont fini avec un poids de 68,63 kg ; ce qui correspond donc à une perte globale de 0,37 kg soit une perte quotidienne de 34,10 g.

Les animaux du 2^{ème} essai, recevant le mash, commencent le test avec un poids vif moyen de 68 kg, et le finissent avec un poids de 68,50 kg ; soit une augmentation de 0,50 kg et un GMQ de 71,43 g / j.

A noter qu'il n'y'a pas de différence significatif entre les deux essais.

IV. Digestibilité in-vivo.

Les résultats de la digestibilité in-vivo, sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Digestibilité In-vivo de la MS de la paille et du mash étudiés.

Régime alimentaire	CUD %	
	dMS	dMO
Paille seule	51,03 ± 0,67 b	52,38 ± 0,69
Mash fibreux	56,90 ± 3,64 a	-

dMS : digestibilité de la matière sèche ; dMO : digestibilité de la matière organique. Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne, sont comparables au seuil de 5%.

4.1. Digestibilité de la MS (dMS).

Les dMS de la paille seule et du mash fibreux, sont significativement différentes et sont respectivement de 51,03 et 56,90 %

La paille d'orge, présente une dMS (51,03 %) plus élevée que celle obtenue par BENCHABA (2002) avec la même paille (43,18 %), proche de celle du foin d'avoine avec 49,07 % (AGGOUNE et ZEBICHE, 2011) et plus faible que celle d'un foin de graminées spontanées avec 65,28 % (GUILLAL et MEDJROUD, 2013).

Le mash avec une dMS de 56,90 %, est moins digestible que : l'avoine en vert au stade floraison avec 68,39 % (AISSANI et CHANANE, 2012), le foin d'avoine avec 62,93 % (ARGOUB et SAHNOUNE, 2013) et l'orge hydroponique avec 71,76 % (BAGHDADI, 2018).

4.2. Digestibilité de la MO (dMO).

Selon VAN SOEST (1967), la digestibilité de la matière organique dépend essentiellement des parois, caractérisées par la fraction cellulose brute.

La dMO de la paille seule, est de 52,38 %. Elle est supérieure à la valeur rapportée par MASSON et al, (1989) avec 46,7 % ; BENCHABA (2002) avec 43,18 % et comparable avec celle de CHEHMA et al, (2000) avec 53,84 %.

Conclusion

Le travail réalisé, représente une contribution à la connaissance de la valeur nutritive, de l'ingestibilité et de la valeur d'encombrement d'un résidu agro-alimentaire : la paille d'orge et d'une nouvelle forme de présentation de fourrages enrubannés sous forme d'un aliment complet : le mash fibreux.

La paille d'orge, est un résidu agricole dont la valeur alimentaire est connue. Dans notre essai, les résultats trouvés, montrent qu'elle est de qualité acceptable. Elle est moyennement ingérée (36,94 g/kgP^{0,75}) et peu digérée (dMS de 51,03 %) et présente une valeur d'encombrement de 2,07 UEM. Distribuée en plat unique à des béliers de race Hamra de 69 kg, elle ne leur a pas permis de couvrir leur besoin d'entretien (GMQ de - 34,1 g).

Le mash fibreux testé dans notre essai, est un aliment composé de fourrages enrubannés conditionné en sac plastique de 20 à 25 kg. Il est composé de : 35 % de luzerne + 30 % de vesce-avoine + 30 % de sorgho + 3 % de mélasse vitaminée + 1 % de carbonate de calcium et 1 % de sel. C'est un produit périssable au bout de 3 mois. En effet, sa teneur en MS, est de 32,53 %. Il représente en Algérie, une nouvelle forme de présentation d'aliment complet pour ruminants.

Les résultats partiels trouvés (expérimentation inachevée en raison de la pandémie) ; à savoir une ingestibilité de 58,17 g/kgP^{0,75}, une valeur d'encombrement de 1,28 UEM et une dMS de 56,90 %, ne nous permettent pas de tirer des conclusions sur sa valeur alimentaire. Néanmoins Distribuée seul à des béliers de race Hamra de 68 kg de PV, elle leur a pas permis de couvrir leur besoin d'entretien avec un léger gain de 71,43 g/jour.

Il serait intéressant, de refaire cette expérimentation sur l'étude de la valeur alimentaire de ce mash fibreux pour pouvoir tirer des conclusions sur cet aliment et surtout sa valeur alimentaire, en revanche, le travail expérimental qu'on a réalisé et les quelques résultats obtenus plus précisément la teneur en MS et en comparant avec les aliments mash qu'on a cité (partie bibliographique), on peut juger que le mash fabriqué en Algérie est de qualité médiocre tant qu'il a permis le développement rapide des moisissures cela est dû à sa faible teneur en MS.

La réduction de ce taux élevé d'humidité soit par l'ajout des conservateurs ou par le biais des procédés technologiques on cite les traitements physico-chimiques (la chaleur), vont coûter les éleveurs énormément chère, alors il est déconseillé.

Références bibliographiques

A

- ABDELGUERFI, A., 1994 : "Quelques réflexions sur l'élevage et les ressources fourragères et pastorales en Algérie", Séminaire national sur l'intervention et l'intégration de la production laitière en Algérie.
- AGRICONOMIE., 2020. Fibro Mash Engraissement. Consulté le 06 aout 2020. <https://www.agriconomie.com>.
- AISSANI, I et CHANANE, N., 2012 : Etude de la valeur nutritive de quelques fourrages cultivés, cas : de l'avoine, de l'orge et du ray-grass d'Italie. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro Vétérinaire, Blida
- ARGOUB, I et SAHNOUNE, N., 2013 : Etude de la valeur alimentaire (composition chimique, digestibilité in vivo et ingestibilité) d'un foin d'avoine (*Avena sativa*). Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro Vétérinaire, Blida

B

- BAGHDADI, F., 2018 : « Etude de la valeur nutritive de l'orge hydroponique » Mémoire de master 2. Département de Biotechnologie, Faculté SNV, Université de Blida 1.
- BEDRANE, MA., 2016 : « alimentation des ovins » dans *Encyclopédie agricole*, sur le site AGRONOMIE INFO. Consulté le 26 aout 2020. <https://agronomie.info>
- BENCHERCHALI, M et HOUMANI, M., 2017 : Valorisation d'un fourrage de graminées spontanées dans l'alimentation des ruminants. *Revue Agrobiologia* (2017) 7(1) : 346-354
- BENOIST, D., 2006 : Ration sèche ou MASH. *Chambre d'agriculture des pays de la Loire*, 40 : p.1 – 3.
- BOUZARA, W., 2017 : Etude de la valeur nutritive de l'ensilage d'avoine et du ray grass spontanés. Département de Biotechnologie, Faculté SNV, Université de Blida 1.
- BRUNSCHWIG P., LAMY J.M., ROUILLE B., 2009. 3R, 16,82.

C

- CHERMITI A., 1997. Prédiction de l'ingestion volontaire des fourrages chez les ovins à partir des caractéristiques chimiques et de dégradation ruminale. *Recent advances in small ruminant nutrition*, 34 : p. 37-41.
- CHENOST M., GRENET N., Morel d'Arleux F., Zwaenepoel, 1991. Synthèse sur : Les pailles de céréales. Comité des sous-produits-RNED Bovins, 49p.
- CHACHOUA I., 2015. L'urée dans l'alimentation des ovins conséquences sur la gestation, la parturition et le croit. Thèse de doctorat : Production animale. Université EL-HADJ LAKHDAR-Batna, 133p.
- CHENOST M., DULPHY J.P., 1987. Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foins et des pailles par les différents types de traitement. In les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation. C. DEMARQUILLY. Ed. INRA, paris, 689p.

D

- DELPHY S., 2018. Un mash fermier pour les génisses à 90 cts/j pour 1 kg de GMQ. *Terre-net Média*, p.1.
- DORMONT D., ANDRE F., AUMAITRE I., BONTOUX J., BORIES G., BOUGON M., CAHAGIER B., CHARTIER CH., DELORT-LAVAL J., DRONNE Y., 1999. Rapport du groupe de travail « alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments ». *Direction Française de sécurité sanitaire des aliments « afssa »*, 23 : p.3.
- DJERMOUN A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Nature et Technologie*. 1 : 45 – 53p.
- DULPHY J.P., PETIT M., 1979. Utilisation des pailles de céréales par les ruminants. *Bulletin Technique Inf. n° 341- 342*.
- DULPHY J.P., 1979. Valeur alimentaire des pailles traitées ou non. *Bulletin Technique Inf. n° 341- 342- 335*.
- DAVID, ASCHER (2003). Dictionnaire environnement, sur le site Cogitera. Consulté le 12 aout. 2020. <https://m.actu-environnement>.
- DROGOUL C., GADOUDR., JOSEH, M-M., JUSSIAUR., LISBERNY M-J, MANGEOLB.,et MONTMES, L.,2004 «Nutrition et alimentation des animaux d'élevage» Educagri édition. 2004 .T1 : 270 p ; T2 : 313 p.

E

- EL KADILI S., EL IDRISSE I., MOUNSIFF M., KELI A, 2013. Effet de l'incorporation de deux mélanges commerciaux à une base d'extraits végétaux sur les paramètres de production chez les vaches laitières recevant une ration sèche. *Renc. Rech. Ruminants*, 20 : p.116.
- ERRIRI S., 2015. Utilisation des pulpes d'agrumes dans l'alimentation des ovins. Département de Biotechnologie, Faculté SNV, Université de Blida 1.

G

- GUILLAL H, et MEDJROUD, S., 2013 : Etude de la valeur alimentaire d'un foin de graminées spontanées. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro Vétérinaire, Blida
- GUILLAUME A., LE PICHON D., 2008. Engraissement de jeunes bovins La ration sèche : performante, pratique, mais chère. *Cap élevage*, 21 : p.19-20.

H

- HIRSBRUNNER S., WYSS A., 2015. Ration d'élevage usuelle ou "mash UFA pour veaux". *INFO BOX*, 6 : p.58.
- HODEN A., 1981. Utilisation des pailles de céréales par les génisses d'élevage. *Bull. Tech. CRZV de Theix – INRA*, 44 : 13-16.

I

INRA, 2007 : « Alimentation des bovins, ovins et caprins » INRA, Paris, France. 471 p.

J

- JARRIGE R., 1987. Place des fourrages secs dans l'alimentation des herbivores domestiques. Ingénieur. C. DEMARQUILLY. Ed. Récolte, traitement, utilisation, 14-20p.
- JESTIN., 1992 : in BETKA R et SMAILLI Y, 2006 : Etude d'induction de la calogène d'orge (*hordium vulgare L.*), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila 2006. p80.

L

- LEGARTO J., 2004. Utilisation d'aliments MASH en production laitière bovine. *Département Techniques d'Elevage et Qualité Service lait*, compte rendu 0431013 : p.1-62.

M

- MADR, 2007 : " Annuaire statistiques agricoles, superficies et production - série B " Ministère de l'agriculture et du développement rural d'Algérie.
- MARTIN T., BOSSARD L., DOREAU B., 2006. INRA Prod. Anim., 19, 93-108.
- MERADI S., CHEKKAL F., BENGUIGUA Z., MANSORI F., MOUSRARI A., ZIAD M., BELHAMRA M, 2012. Situation de la Population Ovine « la Race El Hamra » en Algérie. *Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (Omar El- BARNAOUI) Biskra*, p.3-11.
- MOSTEFAOUI S., 2011. Mécanismes liés à l'adaptation et à la productivité de l'orge (*hordiumvulgare L.*) dans les environnements difficiles. Diplôme des études Supérieures en Biologie (DES) : Biologie et physiologie végétales (BVP). Université de M'sila, 18p.
- MOULE C., 1971 : in BETKA R et SMAILLI Y, 2006 : Etude d'introduction de la calogène d'orge (*horduemvulgare L.*), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila 2006. p80.

T

- TAVEAU C., 2006. Des alternatives au ration sèche ou ensilage. *Synagri*, 56 : p.36-37.
- TAIBI F., BELHADJI B, 2017. Identification et caractérisation morphométrique des variétés d'orge au niveau des Wilaya de Tlemcen et Sidi Bel Abbes. Mémoire de Master : Gestion et amélioration des ressources biologiques. Université de Tlemcen, 78p.
- TECHN.A., 2019. Fabriquer un aliment mash pour les bovins. Consulté le 26 aout 2020. <https://www.feedia-techna.com>.

V

- VAN SOEST P.J. and WINER.H., 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous feed " Ann. Agric. CHEM. 466-829.

X

- XANDE A., BOISSEAU J-M., BOUSQUET M., L'HTELIER L., 1987. Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton. *Archives-ouvertes HAL*, 4 : p. 601-6016.

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Summary	
ملخص	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Partie bibliographique	
Chapitre 1 : Généralités sur la paille	2
I.1.Introduction.....	2
I.2.1. Définition.....	2
I.2.2. Composition chimique.....	2
I.2.3. Valeur alimentaire.....	3
I.2.3.1. Digestibilité.....	3
I.2.3.2. Ingestibilité.....	5
I.2.4. La paille de céréale en alimentation des ruminants.....	6
I.2.4.1. Intérêt zootechnique de la paille.....	6
I.2.4.2. Principes d'utilisation de la paille.....	6
I.2.4.3. Contribution alimentaire de la paille.....	7
Chapitre II : Le mash fibreux	8
II.1. Introduction.....	8
II.2. Le mash.....	8
II.2.1. Définition.....	8
II.2.2. Types de Mash.....	8
II.2.2.1. Mash fibreux.....	9
II.2.2.2. Mash non fibreux.....	10
II.2.3. Réussite d'un mash.....	11

II.2.3.1. Homogénéité.....	11
II.2.3. Destination du mash.....	11
II.2.4. Avantages.....	11
II.2.5. Ration sèche ou mash.....	12
II.2.5.1. Nature.....	12
II.2.5.2. Avantages.....	12
II.2.5.3. Inconvénients.....	12
II.2.5.4. Utilisation de l'aliment mash en alimentation animale.....	12
II.2.5.4.1. Production laitière.....	12
II.2.5.4.2. Jeunes bovins.....	14

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes.....	18
1. Objectif expérimental.....	18
2. Présentation de la région d'étude.....	18
3. Aliments.....	19
3.1. Paille d'orge.....	19
3.2. Mash fibreux.....	19
4. Animaux.....	20
5.1.1. Détermination de la matière sèche (MS).....	21
5.1.2. Détermination des matières minérales (MM).....	21
5.1.3. Détermination de la matière organique (MO).....	23
5.2. Déroulement des essais d'ingestibilité.....	23
5.2.1. Périodes d'adaptation.....	23
5.2.2. Périodes de mesure.....	24
5.2.3. Pesées.....	24
5.3. Déroulements des essais de digestibilité In Vivo.....	24
6. Calculs.....	25
6.1. Ingéstibilité.....	25
6.2. Valeur d'encombrement.....	26
6.3. Variation du poids vif des béliers (GMQ).....	26
6.4. Digestibilité in-vivo.....	26

Chapitre 2 : Résultats et discussion.....	27
I. Composition chimique.....	27
I.1. Teneur en matière sèche (MS).....	27
I.2. Teneur en matière organique (MO).....	28
I.3. Teneur en matières minérales (MM).....	28
II. Ingestibilité.....	28
2.2. Quantités ingérées en MS.....	28
2.2. Ingestibilité en g / kg de poids vif.....	29
2.3. Ingestibilité en g / kg de poids métabolique ($P^{0.75}$).....	29
2.5. Valeur d'encombrement.....	30
III. Variation du poids vif des animaux.....	30
IV. Digestibilité in-vivo.....	31
4.3. Digestibilité de la MS (dMS).....	31
4.4. Digestibilité de la MO (dMO).....	32
Conclusion.....	33

Références.

Tables des matières.