



RÉPUBLIQUE ALGERIENNE
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR 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

**Spécialité : Biotechnologie de l'alimentation et amélioration
des performances animales**

**UTILISATION DES PULPES D'AGRUMES DANS
L'ALIMENTATION DES OVINS**

Présenté par : ERRIRI SOUFIANE

Devant le jury composé de :

Mr. HOUMANI. M

Pr. USDB Président de jury

Mr. BENCHERCHALI. M

MAA USDB Promoteur

Mme. OUAKLI. K

MAA USDB Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014/2015

Remerciements :

Au terme de ce travail, je voudrai tout d'abord remercier **الله**, notre créateur de nous avoir donné la foi, la guidée et tous les moyens pour la réalisation de ce modeste travail. Mes vifs remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon Enseignant et promoteur Mr. BENCHERCHALI, pour son aide, ses orientations, sa patience et sa disponibilité.

Mes vifs remerciements vont tout d'abord à Mr HOUMANI pour l'honneur qu'il m'a fait de présider mon jury, et également à Melle OUAKLI pour avoir accepté de juger ce travail.

Enfin je remercie tous ceux qui ont bien voulu m'aider de près ou de loin pour réaliser ce travail.

ERRIRI SOUFIANE

Je dédie ce travail à :

- Mes très chers parents qui m'ont toujours encouragé et que dieu les protège et je profite cette occasion pour leur dire encore merci pour tout que vous avez fait pour moi et je vous souhaite le bonheur et la plus belle longue vie

- mes grand pères Ibrahim et Amer et mes grands mères Yamina et F.Zahra

-Mes chers frères Mohamed et Fateh et ma chère tante Samira et tout la famille ERRIRI et ALLAG sans exception...

-Mes amis surtout : Abdou B, Hafid M, Midou G, Lokman, Ismail, Hamid, Abdou, Islam, Amine, Houcine, Yasser, Yacoub, Taqi el din, Noureddine, Fares ,Hayat, Djihed, Loubna, Akila, Ibtissem, Imane Dj, Hanan, Amina, Imene H, Ahlam, sihem, Sarah, Lina ...

-toutes mes connaissances sur la département Biotechnologie....

Soufiane..

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : Les sous produits agro-industriels.....	2
-------------------------------------------------------------	----------

CHAPITRE 2 : Utilisation les sous-produits de l'agro-industrie dans l'alimentation des ruminants.....	16
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1: Matériel et Méthode.....	29
---------------------------------------------	-----------

CHAPITRE 2: Résultats et discussion.....	38
-------------------------------------------------	-----------

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des abréviations

ADF : Acide Detergent Fiber
AFNOR : Association Française de la Normalisation
BMN : Blocs Multi Nutritionnels
C°: Degré Celsius
Ca : Calcium
CB : Cellulose brute
CMV : Complément Minéraux Vitaminés
CUD : Coefficient d'utilisation digestive
ens : ensilage
FAO : Food Agricole Organisation
g/j : gramme par jour
g/Kg : gramme par Kilogramme
GMQ : Gain Moyen Quotidien
ing : ingérée
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique (France)
Kcal : kilocalorie
Kg/j : Kilogramme par jour
M : Mélasse
Kg P^{0.75} : Kilogramme de poids métabolique
MAD : Matières azotées digestibles
MAT : Matières azotées totales
MG : Matières Grasses
MM : Matières minérales
MO : Matière organique
MOD : Matière organique digestible
MOF : Matière organique fermentescible
MS : Matière sèche
N: Azote
NDF: Neutral Detergent Fiber
P : Phosphore
P^{0.75} : Poids métabolique
PA : Pulpes d'agrumes

PDIA : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire
PDIE : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine énergétique
PDIM : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne
PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine azotée
PV : Poids Vif
Qi M : Quantité ingérée par les moutons
RTM : Ration Totale Mélangée
U : Urée
UE : Unité d'encombrement
UEB : Unité d'encombrement bovin
UEL : Unité d'encombrement lait
UEM : unité d'encombrement mouton
UF : Unité fourragère
UFL : Unité fourragère lait
UFV : Unité fourragère viande

Liste des figures :

Figure 01 : Schéma de transformation des fruits d'agrumes	6
Figure 02 : Esquisse de la méthodologie globale de travail	30

Liste des photos :

Photo 01 : Agneaux placés dans les boîtes individuels.....	31
Photo 02 : Pèse ovins.....	32
Photo 03 : Paille de blé dur.....	32
Photo 04 : Pulpes d'agrumes fraîches.....	33
Photo 05 : Mélasse de canne à sucre.....	33
Photo 06 : Urée alimentaire.....	34
Photo 07 : Concentré composée.....	34
Photo 08 : paille + pulpes d'agrumes + mélasse + urée (avant mélange).....	35
Photo 09 : Ration totale mélangée.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de la paille de céréale.....	3
Tableau 2 : Digestibilité de la MO des pailles de céréales.....	4
Tableau 3 : Valeur nutritive des pailles de céréales.....	5
Tableau 4 : Composition chimique des pulpes d'agrumes (% de la MS).....	8
Tableau 5 : Digestibilité apparente des constituants des pulpes d'agrumes (en %)......	9
Tableau 6 : Composition chimique des mélasses de betterave et de canne	12
Tableau 7 : Valeur nutritive des mélasses de betterave et de canne.....	13
Tableau 8 : Composition chimique et valeur nutritive de l'urée.....	15
Tableau 9 : Niveau de distribution recommandé, en kg de produit brut par jour.....	17
Tableau 10 : Exemples de rations pour vaches allaitantes (kg de produit brut / jour).....	19
Tableau 11 : Exemples de rations pour vaches laitières (kg de produit brut par jour).....	20
Tableau 12 : Exemples de rations pour animaux d'élevage, mâles et femelles à croissance modérée (kg de produit brut par jour).....	21
Tableau 13 : Exemples de rations pour brebis allaitantes (kg de produit brut par jour).....	22
Tableau 14 : Effet des sous produits d'agrumes, sur les performances de croissance des ruminants.....	24
Tableau 15 : Effet des sous-produits d'agrumes sur les performances des ruminants en lactation.....	25
Tableau 16 : Niveau de distribution recommandé, en kg de produit brut par jour (maxi 10 à 15% de la ration totale).....	27
Tableau 17 : Composition du concentré composé.....	34
Tableau 18 : Valeurs énergétiques et azotées des composants des régimes alimentaires testés	37
Tableau 19 : Variation du poids vif des agneaux.....	38
Tableau 20 : Composition chimique des sous produits et du concentré.....	40

Tableau 21 : Consommation moyenne de la paille et des compléments en Kg de MS et en kg MS / kg P ^{0,75} / animal / jour.....	42
Tableau 22 : Ingestibilité de la MS des rations étudiées.....	43
Tableau 23 : Ingestibilité de la MO des rations étudiées.....	44
Tableau 24 : Ingestibilité des MAT des rations étudiées.....	45
Tableau 25 : Ingestibilité de la CB des rations étudiées.....	46
Tableau 26 : Valeurs énergétiques et azotées des composants des régimes alimentaires testés	47
Tableau 27 : Composition des rations alimentaires testées (kg de MS).....	47
Tableau 28 : Valeur nutritive des compléments	48
Tableau 29 : Apports énergétiques des régimes alimentaires testés.....	49
Tableau 30 : Apports azotés des régimes alimentaires testés.....	50

UTILISATION DES PULPES D'AGRUMES DANS L'ALIMENTATION DES OVINS

Résumé:

Le travail effectué, représente une contribution à la connaissance des pulpes d'agrumes récupérés au niveau d'une unité de production de jus et de confiture d'agrumes de la commune de Guerrouaou dans la wilaya de Blida et leur utilisation dans l'alimentation des ovins.

Ce travail, englobe :

- la détermination de la composition chimique (MS, MO, MAT, CB, MG), de la paille de blé dur, des pulpes d'agrumes et d'un concentré composé farineux.
- Un test d'ingestibilité de quatre rations alimentaires chez quatre lots d'agneaux de race Ouled Djellal : paille de blé dur seule, paille + concentré composé, paille + pulpes d'agrumes et ration totale mélangée (paille + pulpes d'agrumes + mélasse + urée).
- Le calcul des apports énergétiques et azotés et leur influence sur le poids vif des agneaux.

Les pulpes d'agrumes étudiées, sont caractérisées par : des teneurs en MS, MO, MAT, CB et MG respectivement de 17 ; 95,07 ; 6,72 ; 15,26 et 5,61 %.

L'ingestibilité des rations alimentaires, est plus élevée chez le lot 4, recevant la ration totale mélangée et le lot 2 recevant le concentré, suivis par celle du lot 3, recevant les pulpes d'agrumes et en fin celle du lot 1, recevant la paille seule.

Les apports énergétiques et azotés, sont plus élevés avec les régimes expérimentaux paille + concentré ; paille + pulpes d'agrumes et ration totale mélangée entraînant des gains de poids vif respectifs de 60,4 ; 40 et 135 g/tête/jour ; alors que les apports nutritifs du régime paille seule, sont faibles, ce qui a entraîné une perte de poids chez les agneaux recevant ce régime alimentaire (- 121 g/tête/jour).

Mots clés : pulpes d'agrumes, ration totale mélangée, composition chimique, ingestibilité, valeur nutritive.

USE OF CITRUS PULP BY-PRODUCT IN SHEEP DIET

Abstract :

This work, represents a contribution to the knowledge of citrus pulp recovered at a juice production unit and citrus jam Guerrouaou commune in wilaya of Blida and their use in sheep diet.

This work includes:

- The determination of the chemical composition (DM, OM, TNM, CC, CF), of solid wheat straw, The citrus pulp and concentrate Grinded compound.
- A test of ingestibility of four rations in four batches of purebred lambs Ouled Djellal : Durum wheat straw, straw + concentrate composed straw + citrus pulp and ration total mixed (straw + citrus pulp + molasses + urea).
- The calculation of energy and nitrogen inputs and their influence on live weight of lambs.

Pulp of citrus studied are characterized by contents DM, OM, TNM, CC and CF respectively 17; 95.07; 6.72; 15.26 and 5.61%.

Ingestibility of the food rations, is higher for batch 4 receiving the ration total mixed and batch 2 receiving the concentrated, followed by the batch 3, receiving the citrus pulp and at the last batch 1 receiving straw alone.

The energy and nitrogen inputs are higher with the experimental diets straw + concentrate; straw + citrus pulp and ration total mixed resulting liveweight gains respectively of 60.4; 40 and 135 g / head / day.

while nutrient inputs of regime straw alone, are low, which resulted of weight loss in lambs receiving this diet (- 121 g / head / day).

Keywords : citrus pulp, ration total mixed, chemical composition, ingestibility , nutritional value.

إستعمال لب الحمضيات في تغذية الخراف

الملخص :

يتمثل العمل المنجز في المساهمة بمعرفة لب الحمضيات المستوردة من وحدة إنتاج عصير الحمضيات والمربي ببلدية قرواو ولاية البليدة وإستخدامها في تغذية الأغنام.

هذا العمل يشمل:

- تحديد التركيب الكيميائي (المادة الجافة، المادة العضوية، السيليلوز الخام، المادة الدهنية) لقش القمح الصلب، لب الحمضيات، ومركب مركز مطحون.

- إختبار لنسبة الهضم لأربع حصص غذائية مكونة من أربع مجموعات من الحملان لسلالة أولاد جلال: قش القمح الصلب فقط ، قش+ مركب مركز، قش + لب الحمضيات ، غذاء كلي مختلط (قش + لب الحمضيات + دبس + اليوريا).

- حساب المدخلات الطاقوية والنيتروجينية وتأثيرها على الوزن الحي للحملان.

تتميز لب الحمضيات المدروسة بمحتوياتها من المادة الجافة، المادة العضوية، السيليلوز الخام، المادة الدهنية بنسب تتراوح بـ: 17، 95.07، 6.72، 15.26، و5.61٪.

نسبة هضم الحصص الغذائية عالية جدا عند المجموعة 4 والتي تستقبل الغذاء الكلي المختلط والمجموعة 2 التي تستقبل الغذاء المركز + القش ، متبوعة بالمجموعة 3 التي تستقبل لب الحمضيات + القش وأخيرا المجموعة 1 التي تستقبل القش فقط.

المدخلات الطاقوية والنيتروجينية جد مرتفعة في الحصص التجريبية؛ قش+ غذاء مركز؛ قش+ لب الحمضيات؛ والغذاء الكلي المختلط مما أدت إلى ربح في الوزن الحيوي مايقارب 60.4؛ 40 و135 غ/رأس/يوم؛ أما بالنسبة للمدخلات المغذية للقش وحده فهي جد ضعيفة حيث أدت إلى فقدان في الوزن عند الحملان التي إستقبلت هذا النظام الغذائي بنسبة

(-121 غ/رأس/يوم).

الكلمات المفتاحية: لب الحمضيات، الغذاء الكلي المختلط، التركيب الكيميائي، نسبة الهضم، القيمة الغذائية.

INTRODUCTION

Introduction.

La production animale est fonction surtout des disponibilités fourragère et de la qualité des fourrages. Dans les pays en développement, le faible potentiel fourrager, lié à la limitation en eau et en surface cultivable, éprouve de grandes difficultés à produire suffisamment des protéines animales de haute qualité pour la population humaine et entraîne un recours massif aux importations de produits animaux à l'instar des produits laitiers et carnés (AMOKRANE, 2010).

A cet effet, la priorité des chercheurs travaillant dans ce domaine, est de trouver des compléments alimentaires locaux qui puissent remplir trois conditions essentielles : une abondance sur le site d'élevage, des prix abordables pour les éleveurs et surtout un potentiel nutritionnel avéré et exploitable.

Aujourd'hui, en Algérie, des millions de tonnes de résidus agro-industrielles, produit par l'industrie agroalimentaire, sont rejetés en l'état. Ils représentent pourtant une source énergétique non négligeable pour les ruminants qui tirent beaucoup mieux profit de cette offre alimentaire gratuite.

Selon PORCIONATO et al., 2004, Le développement croissant des agro-industries dans le monde entier a généré, une grande production de résidus et sous-produits agro-industriels. Certains d'entre eux, ne sont pas utilisables et sont des polluants, mais d'autres peuvent être utilisés dans l'alimentation des animaux en tant qu'alternative source de nutriments, à maximiser la production animale à faible coût.

La valorisation de ces résidus, est devenue une pratique nécessaire parce qu'elle permet de sauvegarder l'environnement, et évite ainsi une pollution de plus en plus sérieuse, réduit le déficit fourrager et par conséquent, améliore la production animale (AMOKRANE, 2010).

Le but est d'évaluer la possibilité de leur utilisation dans les rations alimentaires des ruminants locaux. Ainsi notre travail, s'inscrit dans cet objectif, celui de valoriser les sous produits agro industriels et notamment les pulpes d'agrumes dans l'alimentation des ovins.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01 :
Les sous-produits
Agro-industriels

CHAPITRE 1 : Les sous produits agro-industriels.

Les sous produits, sont issus des différentes branches de l'industrie agro-alimentaire. Il existe un très grand nombre de sous produits qui représentent un gisement national relativement important. Ils se caractérisent par des compositions assez variables ; ils offrent aussi une appétence différente.

Comme tous les aliments, les sous produits sont déséquilibrés : certains apportent de l'énergie et moins d'azote et inversement, leurs mise à la disposition des animaux doit se faire progressivement.

Les sous produits existant en Algérie, sont les résidus de récolte : paille de céréales, bois de taille (sarments de vigne, brindilles d'olivier,...), et les sous produits de la transformation des fruits et des légumes : grignons d'olives, les marcs de raisin et les pulpes d'agrumes, représentent des tonnages importants qui sont le plus souvent inutilisés.

Selon LAURE (1991) cité par ABDELAZIZ (2009), la valorisation des sous produits agro industriels dans l'alimentation animale, permet de baisser les coûts et d'atténuer le déficit fourrager.

1.1. Les pailles :

Les pailles des céréales, représentent la majorité des disponibilités des sous produits agricoles. Ce sont des aliments très celluloseux, très pauvres en matières azotées (3 à 3,5 % de la MS) et ont une valeur énergétique très faible, de l'ordre de 0,42 UFL et 0,34 UFV (GHAMRI, 1979).

Selon GRENET et al, (1987), les pailles sont peu digestibles et il est nécessaire de les compléter afin d'apporter aux microorganismes du rumen, les nutriments nécessaires à leur travail de digestion.

Selon TAHERTI, (1985), les pailles ne peuvent même pas couvrir les besoins d'entretien et peuvent entraîner des chutes de poids vif. Mais il est possible, d'améliorer la valeur nutritive des pailles, soit par des complémentations alimentaires ou par des traitements chimiques. Notamment la technique de désincrustation des pailles, qui consiste à les laisser séjourner dans un bain de soude puis à les laver abondamment, cela entraîne une perte d'environ 20% de la MS, mais la cellulose devient plus digestible (BESSE, 1969).

1.1.1. Composition chimique :

Plus humide que le grain, la paille n'est en général pas complètement sèche lors du battage (20 à 30 % d'humidité résiduelle) ; elle peut également contenir des plantes fourragères ou adventices encore vertes. Dans la pratique, le taux d'humidité de la paille à la récolte varie entre 12 et 25 % (ITELV, 2012).

Elles sont essentiellement constituées de parois végétales qui représentent entre 60 à 85 % de la matière sèche. Ces parois sont composées de cellulose vraie, d'hémicelluloses et de lignine (respectivement 45 à 55 % ; 20 à 25 % et 8 à 12 % de la MS) (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1987 ; JARRIGE, 1987 ; CHENOST, 1991).

Par ailleurs et selon ANDRIEU et DEMARQUILLY, (1987), les pailles contiennent une petite quantité de glucides solubles (1 à 3 %) et des quantités faibles, mais variables, de matières azotées (2 à 5 %) (tableau 1). La solubilité de ces matières azotées, est de l'ordre de 20 %.

La teneur en cendres des pailles 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, 1991).

Tableau 1 : Composition chimique de la paille de céréale.

	Valeur moyenne	Valeurs extremes
Matière sèche (%)	88	85 - 90
Matières minérales (% MS)	7	05 - 10
Matières azotées totales (% MS)	3,5	02 - 05
Azote soluble (% N total)	25	20 - 30
Cellulose brute (% MS)	42	40 - 50
Calcium (g/kg de MS)	3	02 - 05
Phosphore (g/kg de MS)	0,8	0,3 - 1,5
Magnésium (g/kg de MS)	1	0,5 - 1,5

(ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1987)

1.1.2. Valeur nutritive :

La paille, est un fourrage pauvre présentant une faible digestibilité (tableau 2). Presque exclusivement constituée de tiges, elle 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 (CHENOST, 1991).

De plus, et selon DULPHY, (1979), lorsque les pailles sont complémentées et que la proportion de céréales dans la ration augmente, leur digestibilité diminue (environ 1 point pour une augmentation de 5 % de céréales). En revanche, les concentrés sans amidon et riches en parois digestibles comme les pulpes de betterave 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.

Tableau 2 : Digestibilité de la MO des pailles de céréales (CHENOST, 1991).

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

La valeur nutritive des pailles est faible et très variable. Par ailleurs, si les pailles ne sont pas correctement complémentées, leur valeur nutritive potentielle n'est pas atteinte car elles ne sont pas entièrement fermentées dans le rumen.

La valeur énergétique des pailles, est très variable : de 0,42 à 0,50 UFL/kg MS (tableau 3). Elle dépend de l'espèce, des conditions de récolte et de stockage. Elle varie aussi avec la quantité et la nature de la complémentation utilisée (DULPHY, 1979).

La valeur azotée des pailles, est très faible. Dans le système des MAD, il faut retrancher environ 36 g à la MAT (en g/kg de MS) pour obtenir la teneur en MAD. Cela signifie donc, qu'en général, la teneur des pailles en MAD est pratiquement nulle. Ce n'est pas le cas, dans le système des PDI, qu'il est préférable d'utiliser. Dans ce système, la valeur PDIN varie entre 15 et 30 g/kg de MS et la valeur PDIE varie entre 35 et 50 g (CHENOST, 1991).

L'examen des valeurs PDIN et PDIE montre qu'il faut donc environ 13 à 15 g 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. Il est important d'insister sur le fait que l'apport d'azote soluble vise à maintenir une activité cellulolytique correcte dans le rumen. Cet apport ne suffira pas à couvrir les besoins des animaux. Le concentré supplémentaire devra alors être conçu (riche en énergie de type parois digestibles et en PDIA comme les tourteaux peu dégradables) et distribué (fractionnement au cours de la journée) de façon à couvrir ces besoins, mais sans affecter la cellulolyse (ITELV, 2012).

Tableau 3 : Valeur nutritive des pailles de céréales (INRA, 2007).

Paille	UFL / kg MS	UFV /kg MS	PDIA g/kg MS	PDIN g/kg MS	PDIE g/kg MS
Blé	0,42	0,31	11	22	44
Avoine	0,50	0,39	10	20	48
Orge	0,44	0,33	12	24	46

1.1.3. Ingestibilité :

L'ingestibilité des pailles, est variable selon l'espèce. Compte tenu de sa valeur d'encombrement élevée (2 à 2,6 UEM et 1,6 à 1,9 UEB ; INRA, 2007), la paille n'est jamais consommée en grande quantité.

Selon JARRIGE (1987), les pailles sont ingérées en faible quantité, en moyenne 30 g/kg $P^{0,75}$ soit de 600 à 650 g pour des moutons de 60 kg et de 1,2 à 1,5 kg de MS par 100 kg de poids vif pour les bovins.

D'autres facteurs, agissent sur l'ingestibilité des pailles. Les pailles avec adventices sont mieux consommées que celles qui en sont dépourvues. Celles ayant mûri par temps frais sont mieux ingérées que celles qui ont mûri par temps chaud. Enfin, les pailles qui n'ont pas reçu de pluie sont mieux appréciées que celles ayant subies les intempéries (ITELV, 2012).

Selon XANDE, (1978), la mesure de l'ingestibilité des pailles ne peut se faire qu'en présence d'un aliment concentré. Celui-ci, entraîne une augmentation des quantités de paille ingérées et cela grâce à l'apport de matières azotées, à condition de ne pas dépasser 25 % dans la ration. A ce niveau, le taux de substitution paille/concentré est négatif.

1.2. Les pulpes d'agrumes:

Les agrumes, comprennent plusieurs fruits : orange (*Citrus sinensis*), mandarine (*C. reticulata*), citron (*C. limon*), pamplemousse (*C. paradisi*) ... Leur transformation par les usines agro-alimentaires (jus, confiture, certaines liqueurs...), est accompagnée d'une production très importante de sous produits, de nature et d'importance très variables, contenant des proportions variables de pulpes, d'écorces et de pépins d'agrumes (AGHSAGHALI et MAHERI, 2008).

En Algérie, une quantité énorme de résidus d'agrumes est produite annuellement estimée à 1.488.000 tonnes/an (FAO, 2007).

1.2.1. Caractéristique physiques :

Après extraction du jus des fruits d'agrumes le sous-produit obtenu est généralement constitué de trois fractions : l'écorce, les pépins et la pulpe proprement dite (Figure 1). Ce mélange est ensuite pressé pour récupérer une "liqueur" renfermant les huiles essentielles et la mélasse d'agrumes ; il reste alors un résidu appelé pulpe pressée (24% de matière sèche) qui peut être déshydraté après réincorporation éventuelle de la mélasse.

On peut obtenir en moyenne pour une quantité de 100 Kg de fruits traités, l'équivalent de 7 Kg de pulpe déshydratée (92% MS) (RIHANNI, 1991). Ce schéma peut cependant présenter des variations, notamment en ce qui concerne la quantité de chaux ajoutée pour faciliter le pressage de la pulpe fraîche, l'incorporation de la mélasse et la température de séchage de la pulpe.

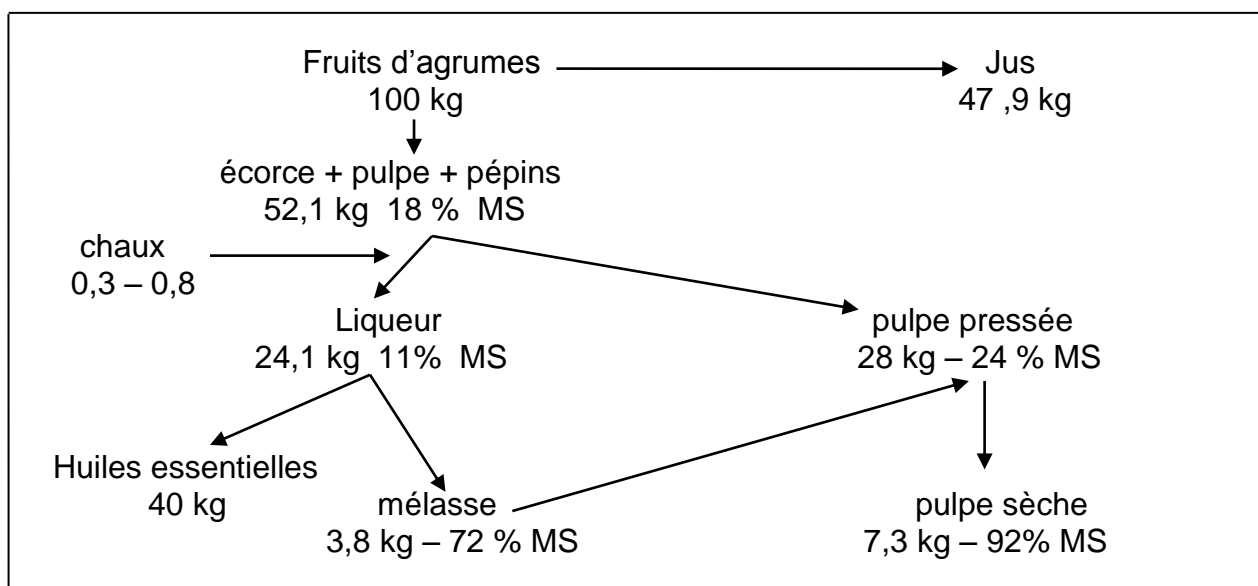


Figure. 1. Schéma de transformation des fruits d'agrumes (VELLOSO, 1985, cité par BENCHERCHALI, 1994)

La pulpe fraîche ou pressée, présente des teneurs élevées en eau (76 à 82 %) et en sucres solubles. De ce fait c'est un sous-produit périssable qui fermente rapidement et qui développe vite des moisissures. Par ailleurs et afin de diminuer le coût du transport, la quasi totalité de la pulpe produite est séchée au niveau des usines de transformation, elle se présente alors sous forme granulée ou agglomérée.

AMMERMAN, (1972), a étudié quelques caractéristiques physiques sur 24 échantillons de pulpe sèche d'agrumes, il a rapporté les proportions respectives de pulpe, écorce et pépins en moyenne de l'ordre de 45,5 ; 49,5 et 5 % avec toutefois des variations importantes (27 à 68 %, 29 à 69 % et 2 à 8 % respectivement). La variété et la nature des fruits de départ ainsi que les conditions de traitement sont à l'origine de ces variations. Les pulpes d'agrumes, présentent, un goût légèrement acide et amer.

1.2.2. Composition chimique :

La composition chimique des pulpes d'agrumes, a été étudiée par plusieurs auteurs en région Méditerranéenne (GIGER et al, 1980 ; PASCUAL, 1980 ; LANZA, 1982 ; RIHANI et al, 1986), en Amérique (AMMERMAN, 1976 ; VELLOSO, 1985), et en Australie (BARTSH, 1979 ; HUTTORT, 1987).

Les pulpes d'agrumes, se caractérisent par des teneurs faibles en MAT (6 à 7 %) (tableau 4). HUTTORT, (1987), a rapporté que seulement la moitié de cet azote est sous forme de protéines vraies. De plus, ces protéines ont des valeurs de solubilité faibles de l'ordre de 25% (VERITE et al, 1981), ceci étant vraisemblablement lié à la déshydratation que subit la pulpe lors de la fabrication.

Avec une teneur en parois (NDF) de l'ordre de 20% et une teneur en lignine ne dépassant pas 2 à 3 % de la MS, les pulpes d'agrumes, peuvent être classées parmi les aliments à cellulose facilement digestible (FEHR, 1980). Ses teneurs en substances pectiques et en sucres hydrosolubles sont particulièrement élevées. RIHANI et al. (1985), ont rapportés des valeurs respectives de 11 et 31 %. Les substances pectiques sont essentiellement des acides pectiques et pectiniques et des protopectines, alors que la fraction des sucres hydrosolubles renferme surtout du sucrose. Cette composition est en fait très variable selon la variété et les proportions relatives des divers agrumes utilisées.

Tableau 4 : Composition chimique des pulpes d'agrumes (% de la MS).

Composants chimiques	PERROT (1984) cité par TAHERTI (1985)	ITEBO (1992)	BENCHERCHALI (1994)
MS	90	12 à 20 (P. fraîches)	87,82
MO	93,7	93 à 98	93,04
MM	6,3	2 à 3	6,96
MAT	6,2	6 à 9	6,52
CB	11,6	10 à 14	10,54
MG	3,4	2 à 4	3,14
Ca	-	2 à 3 g /kg MS	-
P	-	0,1 à 0,2 g/kg MS	-

Elles sont modérément riches en matières grasses (2 à 5 %) et fortement riche en calcium (1 à 2 %) à cause de l'addition de chaux lors de la transformation des fruits. En revanche, elles sont pauvres en phosphore (0,03 à 0,2 %) et quasiment dépourvue de vitamine A.

A titre indicatif, les pulpes d'oranges sont plus pauvres en extrait étheré, en minéraux et en parois et plus riches en matières azotées que les pulpes de citrons ou de pamplemousses. Les différences dans les proportions relatives des pépins, de l'écorce et des particules fines sont à l'origine de ces variations. En effet, AMMERMAN (1972), a noté que les pépins sont très riches en matières azotées et en extrait étheré alors que les autres fractions apportent plus de composés pariétaux et de matières minérales.

1.2.3. Valeur nutritive.

- **Digestion dans le rumen :**

Les valeurs de digestibilité des constituants des pulpes d'agrumes, rapportées par plusieurs auteurs figurent dans le Tableau 5.

Tableau 05 : Digestibilité apparente des constituants des pulpes d'agrumes (en %) (RIHANI ,1991).

MS	MO	MAT	CB	NDF	Auteurs
79,7	-	69,4	-	-	MECHELINA et al (1983)
79,6	-	66,0	71	-	YANG et al (1986)
85,1	88,6	37,4	90,6	-	LANZA (1982)
91,9	-	65,0	-	-	HADJ PANAYOTO (1974)
84,6	-	-	-	-	BARTSCH et al (1979)
73,7	-	62,4	-	-	SCHAIBLY et al (1986)
81,8	87,3	51,4	81,7	82,1	RIHANI et al (1986)
73,8	-	69,2	90,1	-	BHATTACHARYA et al (1973)

On remarque qu'il y a une certaine variabilité qui résulte des différences de composition chimique mentionnées plus haut. Toutefois, on peut noter des digestibilités élevées de la matière organique et du NDF, ceci est lié à la richesse des pulpes d'agrumes en composants facilement digestibles (sucres solubles et substances pectiques) et au faible degré de lignification des constituants pariétaux. En revanche la digestibilité de la fraction azotée est faible et variable. Ceci explique la chute de la digestibilité des MAT lorsque les pulpes d'agrumes sont incorporées dans des rations à base de fourrages riches en azote. Dans ce sens BHATTACHARYA et al. (1973), SCHAIBLY et al. (1974) et PASCUAL et al. (1980), ont observés une baisse de la digestibilité des MAT de la ration de 9,3 ; 6,7 et 12,2 points lorsque le pourcentage des pulpes dans le concentré, passe de 0 à 60, 82 ou 90% respectivement pour ces trois auteurs.

De même RIHANI et al. (1986), ont rapporté une chute de la digestibilité des MAT de l'ordre de 11 points lorsque les pulpes d'agrumes étaient introduites à raison de 60 % dans une ration à base de foin de luzerne. La digestibilité élevée de la matière organique des pulpes d'agrumes est similaire à celle des sources d'énergie classiques (grains de céréales).

Il est donc possible de remplacer dans une grande mesure les grains par les pulpes d'agrumes dans l'aliment concentré sans effet dépressif sur la digestibilité de la ration comme cela a été montré par BHATTACHARYA et al. (1973) et PASCUAL al. (1980) ; et HADDAD (1990) sur moutons, et par WING (1975) sur bovins.

La nature des constituants glucidiques des pulpes d'agrumes, font de ce sous-produit, un aliment particulier dont les caractéristiques fermentaires rappellent à la fois ceux des fourrages et des aliments concentrés.

La faible teneur en matières azotées solubles des pulpes d'agrumes entraîne souvent une baisse de la concentration en azote ammoniacal dans le rumen lorsque ce sous-produit est incorporé à un niveau élevé dans la ration (PINZON et al, 1975 ; BOUZEKRAOUI, 1989). Pour cette raison les pulpes, se prêtent bien à la supplémentation par une source d'azote non protéique telle que l'urée d'autant plus qu'elle contient des glucides rapidement fermentescibles en quantité suffisante pour assurer une bonne utilisation de cet azote par la flore microbienne du rumen.

BOUZEKRAOUI, (1989), a observé sur moutons adultes une réponse positive, en termes de digestibilité et d'efficacité de la synthèse des protéines microbiennes, à la supplémentation en urée d'un régime à base de fourrage (foin de ray-grass tardif) et contenant 45 % de pulpes d'agrumes.

- **Valeurs énergétiques et azotés.**

Les caractéristiques de digestibilité, font des pulpes d'agrumes, un aliment de haute valeur énergétique (1,11 UFL et 1,10 UFV/kg MS; INRA, 2007). RIHANI et al. (1986), ont rapportés des valeurs d'énergie nette pour l'entretien et le gain de poids respectivement de 1,91 et 1,26 M cal/kg de MS.

En revanche, la digestibilité de la fraction azotée, est faible et variable. BECHERCHALI (1994), par la méthode in-vitro, trouve une dMAT de 52 % et une valeur azotée de 35,34 g de MAD /kg MS. De même, TRIKI (1979), montre qu'il y a une faible digestibilité des MAT (50 %) et une forte digestibilité des MG (80 %), du fait des quantités importantes de substances pectiques et sucres solubles respectivement de 11 et 13 % et au fait que les fermentations dans le rumen soient rapides.

1.3. La mélasse.

La mélasse est un sous produit sirupeux et incristallisable, issu de la fabrication du sucre à partir de la canne à sucre ou de la betterave sucrière.

Selon FERRANDO et al (1976) cité par TABAI (2008), chez toutes les espèces animales et particulièrement chez les ruminants, la mélasse est utilisée pour régler des problèmes d'équilibre alimentaire. Elle améliore l'appétabilité des mauvais

fourrages et masque très bien certains aliments inappétants tel que l'urée, mais ne doit pas dépasser 15 % de la ration totale, car elle risque de fermenter rapidement dans le tube digestif des bovins et ovins (GHAMRI, 1979).

Selon SANSOUCY et al. (1988), la mélasse est un excellent support de l'urée comme source d'azote non protéique pour les ruminants. Elle peut être facilement utilisée comme complément alimentaire et distribuée aux petits paysans sous forme de blocs multinutritionnels.

1.3.1. Composition chimique.

La teneur en matière sèche des mélasses, varie peu et se situe couramment entre 70 et 76 % (tableau 6). Les mélasses présentent des teneurs en cellulose brute et en matières grasses très faibles, voir nulles (ITELV, 2012).

La teneur en sucres totaux, est sensiblement la même, quelle que soit l'origine de la mélasse, betterave ou canne (entre 59 et 70 % de la MS), mais présente quelques écarts suivant le procédé industriel appliqué aux mélasses de betterave : en effet, les mélasses ayant subi le procédé Quentin ont une concentration en sucres inférieures (54 à 63 % de la MS) à celle des mélasses normales (ITELV, 2012).

En revanche, suivant l'origine des mélasses, betterave ou canne, si la teneur en sucres est voisine, la composition de ces sucres totaux est très différente. Ainsi, dans la mélasse de betterave, la presque totalité des sucres se trouve sous forme de saccharose, alors que dans la mélasse de canne, le saccharose ne représente qu'environ les 2/3 des sucres totaux (30 à 40 % du produit brut) (ITELV, 2012).

La composition de la matière organique "non sucré" est assez différente suivant l'origine des mélasses. Dans les mélasses de betterave normales, la moitié de cette matière organique "non sucré" correspond à des matières azotées totales solubles (8 à 15 % de la MS) dont une majeure partie se trouve sous forme de bétaine (5 à 7 % de la MS). En revanche, dans les mélasses de canne, cette fraction azotée est réduite à 5 % de la MS environ. Pour les deux mélasses, la teneur en acides aminés essentiels est faible : en lysine, méthionine, cystine, tryptophane et thréonine notamment.

Les teneurs en cendres sont assez semblables suivant l'origine. Les mélasses de canne sont plus riches en phosphore et calcium que les mélasses de betterave normales (ITELV, 2012).

Tableau 6 : Composition chimique des mélasses de betterave et de canne (INRA, 2007).

	Mélasse de betterave	Mélasse de canne
Matière sèche (%)	73	73
Matières minérales (% MS)	13	14
Matières azotées totales (% MS)	15	6
Sucres totaux (% MS)	64	64
Calcium (g/kg MS)	3,7	7,4
Phosphore (g/kg MS)	0,3	0,7
Potassium (mg/kg MS)	82	40

1.3.2. Valeur nutritive.

Selon GHAMRI (1979), la mélasse a une valeur énergétique de 0,95 UF/kg de MS, sa teneur moyenne en MAD est de 62 g/kg de MS. Elle contient 60 à 65 % de glucides solubles dont la majorité est du saccharose. Sa digestibilité est très élevée (90%).

- **Valeur énergétique :**

Les valeurs d'Energie Brute mesurées ou estimées d'après les résultats d'analyses chimiques se situent toujours autour de 3760 kcal / kg MS et 3600 kcal / kg MS respectivement pour la mélasse de betterave et la mélasse de canne. En revanche, les résultats d'essais d'estimation de l'énergie métabolisable présentent une variation relativement importante entre 2400 et 2900 kcal/kg MS pour la mélasse de betterave, écarts qui se répercutent sur la valeur d'énergie nette de 0,76 à 1,07 UFL/kg MS. Ces variations ne peuvent être qu'en partie expliquées par les différences de composition des produits (ITELV, 2012).

Il est nécessaire de considérer la moins bonne utilisation énergétique des sucres solubles par les ruminants comparée à l'amidon et surtout à la cellulose brute. En effet, les résultats de certains auteurs montrent bien l'influence des niveaux d'apports sur la valeur énergétique de la mélasse : lorsque le niveau d'ingestion de la mélasse dépasse 10 à 15 % de la ration totale, la baisse de la valeur énergétique du produit peut atteindre 50 %, expliquée par une baisse de digestibilité de la plupart des éléments nutritifs, sauf peut être de l'extractif non azoté. Pour ces raisons, la teneur en énergie nette a été multipliée par un facteur de correction de 0,9 comme

pour tous les autres aliments riches en sucres, betteraves sucrières notamment (ITELV, 2012).

Mais dans le cas d'un apport raisonnable de mélasse dans la ration, il est possible de retenir une valeur moyenne de digestibilité de la matière organique de 80 % et des valeurs d'énergie nette variant de 0,91 à 1,03 UFL/kg MS et de 0,9 à 1,04 UFV/kg MS pour des produits de composition chimique moyenne proche de celle présentée au tableau 7 (INRA, 2007).

- **Valeur azotée :**

En raison du type de procédé technologique appliqué aux betteraves ou aux cannes pour l'extraction du sucre, les matières azotées des mélasses présentent une caractéristique commune : leur solubilité totale. Ainsi, les différences de composition de ces matières azotées entre mélasses de betterave et mélasses de canne ne se retrouvent pas au niveau de leur utilisation possible par les ruminants : ces matières azotées sont totalement fermentées par les microorganismes du rumen (ITELV, 2012).

La digestibilité apparente des MAT des mélasses est de 60 %. Les valeurs azotées moyennes des mélasses sont donc, et respectivement pour les mélasses de betterave et les mélasses de canne de 84 et 32 g de PDIN/kg MS et 71 et 68 g de PDIE/kg MS (INRA, 2007).

Tableau 7 : Valeur nutritive des mélasses de betterave et de canne (INRA, 2007).

Mélasse :	UFL /kg MS	UFV /kg MS	PDIA g/kg MS	PDIN g/kg MS	PDIE g/kg MS
Betterave	1,03	1,04	0	84	71
Canne	0,91	0,9	0	32	68

1.4.. l'urée.

L'urée, ou carbamide dans l'industrie chimique, est une substance inodore obtenue à partir de l'ammoniac et du gaz carbonique à haute température et sous pression élevée. A l'état pur, elle se présente sous forme de cristaux blancs et prismatiques très solubles dans l'eau. Elle renferme 46,6 % d'azote.

C'est la forme d'azote la moins coûteuse. Elle se présente sous la forme d'une poudre blanche, cristallisée, soluble dans l'eau utilisée comme engrais ; l'urée correspond au produit de fertilisation couramment utilisé 64,6 % de N, son rôle principal est la fourniture d'azote rapidement fermentescible dans le rumen. Les concentrations optimales en N-NH₃ pour l'activité de la flore microbienne, 1kg d'urée équivaut aussi à 2,88 kg de protéines brutes (6,25 × 46 %) (GOHL, 1982).

En solution, elle se comporte comme base. Son hydrolyse conduit, si elle est totale, à la formation d'ammoniac (NH₃) et de CO₂ dans le rapport « poids d'ammoniac / poids d'urée » égal à 34/60 (56,66 % d'NH₃) (CHENOST et DULPHY, 1987).

L'urée a été utilisée pour la première fois comme source d'ammoniac dans le traitement des fourrages en 1970 (BERGNER et al, 1974).

L'intérêt de l'urée est maintenant connu comme source d'ammoniac pour traiter des fourrages pauvres en remplacement de l'ammoniac anhydre, pas toujours disponible dans les pays en développement (CHENOST et KAYOULI, 1997).

L'urée, totalement dégradée, génère environ 57 % de son poids sous forme d'ammoniac. Les conditions de cette dégradation : température supérieure à 20°C ; durée de traitements de 30 à 60 jours ; dose d'urée de 60 à 80 kg ; volume d'eau de 400 litres par tonne de paille brute et addition ou non de source d'uréase sont maintenant établies.

Sa transformation en ammoniac pour traitement de fourrages pauvres ne nécessite pas d'autres investissements que la couverture du fourrage par un film plastique comme dans le cas du traitement à l'NH₃ en tas, sauf s'il faut ajouter dans certaines conditions une source d'urée (tourteau ou graine de soja crue). (CHENOST et DULPHY, 1987).

L'apport d'azote non protéique est également essentiel pour le développement des microorganismes du rumen. De plus l'animal répond alors de façon extrêmement rapide à un apport limité de protéine digestible au niveau du rumen telle que la farine de poisson (PRESTON, 1985).

En général, un gramme d'urée apporte 2,9 g de MAT, (0,46×6.25) (tableau 8), l'efficacité de l'urée étant de 75 % et sa digestibilité de 92 %, 1g d'urée représentera donc en moyenne 2 g de MAD soit (0,46×6,25×0,75×0,92) (APRIA, 1976). Selon l'INRA (1988), 1g d'urée correspond à 4,47 équivalent de PDIN.

Tableau 8 : Composition chimique et valeur nutritive de l'urée (INRA, 2007).

Valeur nutritive		Composition chimique	
UFL	0	Matière sèche (%)	98
PDIN (g/kg)	1443	Protéine brute (%)	291,8
PDIE (g/kg)	0	Matière grasse (%)	0
PDIA (g/kg)	0	Cellulose (%)	0

**CHAPITRE 02 : Utilisation
les sous-produits
agro-industriels dans
l'alimentation des
ruminants**

CHAPITRE 2 : Utilisation les sous-produits agro-industriels dans l'alimentation des ruminants :

2.1. La paille :

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

2.1.1. 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. (CHACHOUA ,2014).

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) des pailles en vue de catalyser l'activité microbienne du rumen. Cette complémentation permet de satisfaire les besoins d'entretien et de production des animaux. Ainsi, le choix du niveau de production, donc du type d'animaux, peut conditionner l'efficacité de l'utilisation de la paille.
- La seconde 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 (CHACHOUA ,2014).

Les pailles sont caractérisées, par un coefficient de digestibilité faible, une valeur d'encombrement élevée, une concentration énergétique et azotées faible.

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 (tableau 9), mais il est alors nécessaire d'apporter un complément énergétique et azoté, la paille seule ne pouvant couvrir les besoins d'entretien (ITELV, 2012).

Les forts niveaux de besoins énergétiques et azotés des femelles durant leur lactation font que l'incorporation de paille dans les rations pour vaches laitières ne peut être qu'une solution de dépannage.

La paille peut être le seul constituant de la ration de base mais, dans ce cas, la quantité de concentré est toujours importante, quel que soit le type d'animal : en effet, non seulement la ration est déficitaire en matières azotées mais également en énergie. C'est pourquoi la paille est fréquemment associée à d'autres fourrages beaucoup plus riches : bons foin, ensilages d'herbe ou de maïs, pulpes de betteraves (ITELV, 2012).

Tableau 9 : Niveau de distribution recommandé, en kg de produit brut par jour

Animaux	Niveau de distribution (kg/j)
Vaches laitières	3 - 4
Génisses	2 - 3
Vaches allaitantes	4 - 8
Brebis	0,7 - 1,2
Chèvres laitières	0,6
Chevaux	5 - 6

(ITELV, 2012)

2.1.2. Recommandations liées à l'utilisation de la paille :

La valeur azotée des pailles est nulle ou presque. Il est donc indispensable de bien les compléter en azote tant pour garantir une digestibilité normale dans le rumen que pour satisfaire les besoins des animaux (ITELV, 2012).

La complémentation azotée est primordiale. Elle doit aboutir pour le mélange paille - complément, à une teneur en MAT de 8 à 9 % environ pour les génisses et bœufs à croissance modérée ainsi que pour les vaches allaitantes et brebis en gestation, et de 10 à 11 % pour des vaches allaitantes ou brebis en lactation, en veillant que l'équilibre PDIE/PDIN soit bon, et donc qu'il y ait suffisamment d'azote non protéique (urée, ammoniac, etc...). L'apport d'azote peut alors se faire soit sous forme de tourteau, soit avec de l'urée et des céréales ou des pulpes déshydratées de betteraves (ITELV, 2012).

2.1.3. Utilisation de la paille chez les bovins :

a) Utilisation de la paille de céréales par les vaches allaitantes :

Lorsque la paille est le seul constituant de la ration de base, la quantité de concentré est nécessairement importante. Après la mise-bas, le déficit énergétique est d'ailleurs encore accru par le fait que la quantité de paille consommée augmente moins vite que celle des fourrages normaux. Un minimum de 3 kg d'aliment concentré est nécessaire si on veut éviter une perte de poids des vaches supérieure à 500 g/j, ce qui risquerait de compromettre la reproduction ultérieure.

Des exemples de rations à base de paille pour des vaches allaitantes, sont rapportés dans le tableau 10 (ITELV, 2012).

Si la paille est le seul fourrage, il faut apporter plus de 3,5 kg de concentré après vêlage pour éviter que les vaches ne perdent trop de poids. Si les vêlages ont lieu en moyenne avant le 15 février (lactation hivernale supérieure à 2 mois), l'apport de concentré doit encore être majoré d'un bon kilo et le coût de la ration devient prohibitif.

De 70 à 75 % de la MS de la ration lorsqu'elle est seule, la paille ne représente plus que 40 % avec du foin ou 50 à 55 % avec de l'ensilage de maïs ou des pulpes. La quantité de concentré nécessaire est fortement réduite, voire nulle avant vêlage car la supplémentation azotée peut être assurée sans problème par de l'urée ; durant la lactation en revanche, un faible apport de tourteau reste souhaitable (ITELV, 2012).

Tableau 10 : Exemples de rations pour vaches allaitantes (kg de produit brut / jour) (ITELV, 2012) :

	Exemple Ration 1 Paille + Concentré		Exemple Ration 2 Paille + Ensilage de maïs		Exemple Ration 3 Paille +Pulpe betterave		Exemple Ration 4 Paille + Bon foin	
	Avant vêlage	Après vêlage	Avant vêlage	Après vêlage	Avant vêlage	Après vêlage	Avant vêlage	Après vêlage
Paille de bonne qualité (1)	8	9	5	5,5	5	6	4	3,5
Ensilage maïs à 30 % MS	-	-	15	18	20	25	-	-
Orge	1,6	2,3	-	-	-	-	0,8	0,9
Tourteau de soja 50 (2)	0,8	1,4	-	0,6	-	0,6	0,3	0,4
Pulpe betterave surpressée	-	-	-	-	20	25	-	-
Bon foin prairie naturelle	-	-	-	-	-	-	5	5,6
Urée	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
Aliment minéral <i>type</i> P - Ca	0,2	0,2	0,2	0,2	18-10 0,15	18-10 0,15	15-15 0,15	15-15 0,15

Avant vêlage : 8^{ème} mois de gestation, Après vêlage : 3^{ème} mois de lactation

(1) : Paille à 0,43 UFL/kg de MS (soit 0,38 UFL/kg brut)

(2) : Pour toutes les rations proposées, 1 kg de tourteau de soja 50 peut être remplacé par 1,4 kg de tourteau de colza.

b) Utilisation de la paille de céréales par les vaches laitières.

On ne distribuera qu'exceptionnellement de la paille à des vaches laitières car elles ne pourront jamais en ingérer une quantité suffisamment élevée pour couvrir leurs besoins. Il est préférable de réserver les rations paille + concentré aux vaches en fin de lactation (AMBERT et al, 1983). 2 exemples de rations pour des vaches produisant 12 kg de lait par jour sont rapportés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Exemples de rations pour vaches laitières (kg de produit brut par jour). (ITELV, 2012).

	Paille seule	Paille + Ensilage d'herbe
Paille	7	4
Orge	6,5	3
Ensilage à 20 % MS *	-	25
Tourteau de soja 50	1	1
Urée	0,05	-
Carbonate de Ca	0,06	-
Aliment minéral : Type 8 – 18 P - Ca	0,2	0,2

* : Ensilage de prairie naturelle, début épiaison, coupe fine sans conservateur.

c) Utilisation de la paille par les animaux d'élevage, mâles et femelles à croissance modérée.

Selon HODEN (1981), Les animaux d'élevage, par exemple les génisses vèlant vers 3 ans, dont les croissances hivernales sont modestes, peuvent recevoir sans problème des rations à base de paille.

Les animaux de races laitières peuvent consommer des quantités de paille légèrement supérieures à celles indiquées. Une réduction de l'apport d'orge de 0,1 à 0,2 kg est alors possible (tableau 12).

Tableau 12 : Exemples de rations pour animaux d'élevage, mâles et femelles à croissance modérée (kg de produit brut par jour)

	1 an, 300 kg, 500 g/j			2 ans, 450 kg, 300 g/j		
	Paille + Concentré	Paille + Bon foin	Paille + ens herbe	Paille + Concentré	Paille + Bon foin	Paille + Ens herbe
Paille	3,5	2,5	2	6,5	3,5	3
Foin	-	3	-	-	4	-
Ens herbe à 20 % MS	-	-	15	-	-	20
Tourteau soja 50	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
Orge	2,2	1,2	1	2,6	1,2	0,8
Aliment minéral Types P – Ca Quantités	8 – 16 0,07	15 – 15 0,05	15 – 15 0,05	15 – 15 0,07	15 – 15 0,07	15 – 15 0,05

(Source : CHENOST et al, 1987)

Selon DULPHY et BONY (1983), il est possible, avec de la paille pour seul fourrage, d'obtenir des croissances de 700 à 800 g/jour chez les génisses de 1 an (pour réaliser un vêlage précoce par exemple) : dans ce cas toutefois, l'apport de concentré doit être d'au moins 4 kg et la consommation de paille devient très faible, de l'ordre de 2 kg (soit environ 1/3 de la ration).

2.1.4. Utilisation de la paille de céréales par les ovins.

a) Exemples de rations pour brebis allaitantes :

Le régime pour le début de lactation est une moyenne : durant les 2 premières semaines, la faible consommation de paille (environ 0,4 kg) doit être compensée par un fort apport de concentré (1,5 kg) puis la consommation de paille augmentant progressivement jusqu'à 1 kg la 6^{ème} semaine, la quantité de concentré peut être réduite à 0,7 – 0,8 kg (tableau 13).

Tableau 13 : Exemples de rations pour brebis allaitantes (kg de produit brut par jour).

	Entretien	Fin de gestation (6 semaines)	Début de lactation (8 semaines)
Paille	1,1	0,7	0,9
Orge	0,2	0,6	0,9
Tourteau de soja 50	0,1	0,12	0,32
Aliment minéral			
Types P – Ca	10 – 10	5 – 20	5 – 20
Quantités	0,01	0,04	0,04

(Source : XANDE, 1978)

On peut utiliser indifféremment du tourteau de soja ou du pois comme source d'azote. Les agnelles en croissance pourront recevoir le régime des brebis à l'entretien, augmenté de 600 g d'orge et de 100 g de tourteau. Les niveaux d'ingestion de paille seront alors plus faibles (XANDE, 1978).

Dans tous ces régimes pour brebis, on peut utiliser 4 % d'urée dans 350 g d'orge à la place du tourteau ou du pois. On respectera les contraintes habituelles d'emploi de l'urée, à savoir fractionnement de l'apport du concentré (2 distributions / jour), 30 g maximum pour 100 kg de poids vif, avec présence de soufre dans l'aliment minéral (XANDE, 1978).

Si on estime à 75 – 80 kg le poids à terme, les brebis n'allaitant qu'un agneau (croissance de 300 – 350 g/jour) perdront environ 4 kg/mois avec ce régime mais celles en allaitant deux (croissance de la portée de 500 g/jour) pourront perdre jusqu'à 10 kg/mois. C'est pourquoi l'usage d'un tel régime doit être réservé à des brebis en très bon état à la mise-bas (XANDE, 1978).

2.2. Les pulpes d'agrumes :

La présence de substances pectiques et de sucres solubles en quantités importantes dans les pulpes d'agrumes, entraîne une fermentation rapide dans le rumen. Plusieurs auteurs, ont observés que l'augmentation du taux d'incorporation des pulpes d'agrumes dans des rations à base de fourrages entraîne une diminution

du pH du rumen après l'ingestion du repas (SCHAIBLY et al, 1974 ; PINZON et al, 1975 ; WING, 1975). Cette fermentation rapide peut dans certains cas être à l'origine de troubles métaboliques au niveau du rumen.

AMMERMAN (1976), rapporte qu'à des niveaux supérieurs à 60 % de la ration, les pulpes d'agrumes, peuvent causer des problèmes d'acidose et de parakératose du rumen chez les taurillons. il faut donc accoutumer progressivement les animaux à l'ingestion des pulpes d'agrumes (GRASSER et al., 1995).

Par ailleurs de nombreuses études ont montrés que le profil de fermentation des pulpes d'agrumes est similaire à celui des fourrages avec un rapport Acétate / Propionate qui se situe au voisinage de 4 pour des régimes à base de fourrages et contenant 40 à 60 % de pulpes d'agrumes (HENTGES et al., 1966 ; SCHAIBLY et al., 1974 ; PINZON et al., 1975 ; WING, 1975 ; VIJCHULATA et al., 1980 ; HADDAD 1990).

Les pulpes fraîches, doivent être rapidement consommées par les bovins à cause de leur taux d'humidité élevée et leur richesse en sucres, elles fermentent et moisissent rapidement (LUNDQUIST, 1995).

Le déséquilibre sur le plan nutritionnel en Ca et P des pulpes d'agrumes peut entraîner des taux élevés d'incidence de la fièvre de lait chez les bovins après, la parturition ainsi que le risque d'acidose lactique (BATH et al, 1980).

Les tableaux 14 et 15, donnent respectivement, des exemples de rations alimentaires établies par plusieurs auteurs contenant des pulpes d'agrumes destinées à des ruminants en croissance et en lactation.

Tableau 14 : Effet des sous produits d'agrumes, sur les performances de croissance des ruminants.

Les aliments	niveau des sous produits d'agrumes	Animaux	Apport de MS (g MS/j)	Gain de poids vif (g/j)	Rendement de la carcasse (kg /100 kg de poids vif)	Références
Pulpes + orge (g/kg)	0-820 600-200	veaux	6900 7000	1090 1070	57,9 56,5	Hadjipanayiotou et Louka (1976)
Pulpes + concentré (g/kg)	0 300 600	Agneaux	999 913 928	312 272 234	49,2 48,8 48,8	Pascual et Carmona (1980)
Pulpes + concentré (g/kg)	0 150 300 450	Agnelles	824 845 821 820	188 199 171 143	56,5 54,3 56,7 56,6	Pascual et Carmona (1980)
Pulpes+ maïs (RTM) (g /kg)	0-710 400-355	Bouvillons	9130 8280	1170 1060	58, 57,5	Vijchulata et al (1980)
Pulpes + Concentré (g/kg)	0 250 500	Bœufs	6510 7200 7180	1211 1120 1098	53 ,2 55,2 54,3	Lanza (1984)
Foin d'avoine ou ensilage de Pulpe et paille de blé	Foin ensilage	Agneaux	285 372	261 256	56,7 57,1	Scerra et al. (2001)
Pulpes + concentré (g/kg)	0 150 300 450	Veaux	526 458 605 434	453 424 489 437	- - - -	Schalch et al. (2001)

(RTM = ration totale mélangée)

Tableau 15 : Effet des sous-produits d'agrumes sur les performances des ruminants en lactation.

Aliments	niveau de sous produit d'agrumes	Animaux	Apport de MS (g de MS/j)	Rendements Laitier (g/j)	MG (g/kg)	MAT (g /kg)	Références
Pulpes RTM (g /kg)	80 431	Vaches	18700 18700	18200 17900	35,4 42,2	34,8 34,6	Van Horn et al. (1975)
Pulpes concentré (g /kg)	0 300	Brebis	1413 1441	824 784	70,4 72,7	46,8 46,4	Fegeros et al. (1995)
Pulpes RTM (g /kg de MS)	0 200	Vaches	18600 18700	23100 23600	41,2 44,8	32,2 32,5	Belibasakis et Tsirgogianni (1996)
Ensilage de pulpes RTM (g/kg de MS)	0 309	Brebis	1620 1620	769 680	65,7 78,4	44,9 43,7	Volanis et al. (2004)

(RTM = ration totale mélangée)

2.3. La mélasse.

Son utilisation, est très flexible. Elle peut être incorporée dans les aliments composés du bétail en quantité limitée (moins de 10 %), comme liant et/ou comme apport d'énergie. Comme elle peut constituer la base de la ration pour les ruminants à raison de plus de 70 % de la ration, mais dans ce cas la conduite des animaux est différente et la gestion du troupeau doit être assurée avec beaucoup de soin. Une quantité minimum de fourrages grossiers est alors vitale pour assurer le fonctionnement physique normal du rumen (PRESTON et WILLIS, 1974). L'apport d'azote non protéique est également essentiel pour le développement des micro-organismes du rumen (PRESTON, 1985).

Cependant, il n'a jamais été possible d'incorporer d'aussi hauts niveaux de mélasse dans la ration des vaches laitières que dans celle des bovins à l'engraissement. La raison en est que des rations à forte proportion de mélasse produisent une quantité insuffisante de glucose et de précurseurs du glucose (peu de propionate et beaucoup de butyrate) dans les produits terminaux de la digestion ruminale (LENG et PRESTON, 1976).

La mélasse, est un excellent support de l'urée comme source d'azote non protéique pour les ruminants. Elle peut être facilement utilisée comme complément alimentaire et distribuée aux petits paysans quand elle est présentée sous forme de blocs multinutritionnels. Ces blocs peuvent être facilement fabriqués à l'échelle artisanale et les formules adaptées aux conditions locales (SANSOUCY, 1986 ; SANSOUCY et al, 1988).

Elle a été aussi souvent utilisée comme facteur de réussite des ensilages. En fait cette utilisation ne peut se justifier que pour des ensilages réalisés en conditions difficiles ou comportant un pourcentage très élevé de légumineuses.

2.3.1. Recommandations liées à son utilisation :

- Aménager une transition impérative de 8 à 10 jours.
- Mettre des pierres à sel à la disposition des animaux.
- L'effet laxatif des mélasses nécessite un paillage supplémentaire.
- La ration doit comporter suffisamment d'aliments fibreux et de brins longs pour limiter les troubles digestifs. La mélasse augmente le risque acidogène.
- Si un apport trop important fait baisser la digestibilité de la ration totale, et en particulier celle de la cellulose, il ne faut pas dépasser 10 % de la ration totale (tableau 16).
- La mélasse a l'inconvénient d'être très visqueuse, et ce d'autant plus que la température est basse. Il devient utile de chauffer la quantité nécessaire quotidiennement pour la fluidifier lorsque la température devient inférieure à 10° C. Le meilleur moyen de la distribuer est l'utilisation d'une mélangeuse qui assurera une ration homogène de tous les composants de la ration. Le simple arrosoir donne de bons résultats, des systèmes de fûts sur roulettes permettent d'arroser la ration dans l'auge tout en facilitant le travail.
- Le mélange avec des fourrages humides ne peut être préparé à l'avance, l'humidité du produit favorisant les fermentations.
- Le nettoyage des auges est difficile à effectuer lorsque la mélasse est versée directement dans l'auge. Des fermentations peuvent se produire (ITELV, 2013).

Tableau 16 : Niveau de distribution recommandé, en kg de produit brut par jour (maxi 10 à 15% de la ration totale)

Animaux	Niveau de distribution (kg/j)
Vaches laitières et bœufs	2 - 3
Taurillons, génisses et vaches allaitantes	0,250 à 0,5 jusqu'à 200 kg de PV; 1 à 2 au-delà
Brebis	0,6
Agneaux	0,2
Chevaux	1,5 – 2

(ITELV, 2013)

2.4. L'urée.

- **Règles d'utilisation de l'urée :**

L'estimation de la qualité optimale d'urée à distribuer à l'animal est difficile, en raison des facteurs influents (nature de la source enzymatique ; forme d'utilisation de l'urée). Cependant, elle serait égale selon HOUMANI, (1999), à la quantité d'azote soluble, utilisable par l'animal diminué de la quantité d'azote soluble apporté par la ration.

DOLBERG, (1995), recommande, un taux d'urée ne fournissant pas plus de 30 % de l'azote total de la ration. Selon ce dernier, DOLBERG, les règles d'utilisation pratique de l'urée sont :

- Limiter la quantité maximale ingérée à 25g/100 kg de poids vif pour les vaches laitières et 30 g/100 kg de poids vif pour la production de viande (bovine et ovine)
- Associer l'urée et l'énergie rapidement fermentescible ;
- Répartir l'urée le mieux possible sur toute la ration ;
- Associer du soufre à l'apport de l'urée;
- Habituer progressivement l'utilisation de l'urée; la période d'accoutumance pouvant aller de 10 à 15 jour.

- **Utilisation de l'urée**

Il y a essentiellement deux façons d'utiliser l'azote non protéique :

- L'azote non protéique est utilisé seul ou additionné d'aliments énergétiques en petite quantité, le bétail nourrit uniquement avec des aliments de lest de qualité médiocre consomme très peu de protéines et de calories.

- L'azote non protéique peut être utilisé en remplacement des protéines dans des régimes équilibrés, l'azote non protéique peut être fourni selon GOHL, (1982), selon les méthodes suivantes :

- * par pulvérisation au pâturage avec un mélange d'urée et de mélasse ;
- * par supplémentation en azote de certains foins et ensilages ;
- * dans les aliments secs en remplacement partiel de véritable protéine ;
- * sous forme de pierres à lécher ;
- * en suppléments et aliment liquides ;
- * sous forme d'aliments ammoniacués.

- **Les cas d'intoxication a l'urée :**

Les cas d'intoxication d'animaux consécutifs à la consommation de blocs ou de fourrages traités sont en général très rares, voire nuls si on respecte les consignes d'utilisation (MOUJAHED et al. 2000).

Les quelques cas qui peuvent se présentés, sont principalement provoqués par,

- * une ingestion de la solution d'urée par des animaux assoiffés,
- * la consommation à volonté de paille traitée humide par des animaux non adaptés et affamés.
- * la consommation excessive de blocs multi nutritionnels trop mous.

- **Traitements des intoxications :**

Les traitements les plus utilisés et donnant les meilleurs résultats sont les acidifiants du contenu du rumen, administrés par voie orale pour diminuer le pH et freiner le passage de l'ammoniac du rumen dans le sang. Ces traitements sont efficaces s'ils sont appliqués dès l'apparition des symptômes :

- * solution de vinaigre d'alcool à 50 % (moitié vinaigre commercial, moitié eau).
- * administration de jus de citron ou de lait caillé (MOUJAHED et al. 2000).

PARTIE
EXPERIMENTALE

Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes

1- Objectif expérimental :

L'objectif de cette expérimentation, est la complémentation de la paille de blé dur avec un sous produit agro-industriel : les pulpes d'agrumes fraîches, apportées seules et en ration totale mélangée (paille + pulpes d'agrumes + mélasse + urée) dans l'alimentation des agneaux à l'entretien.

Ce travail, se divise en trois parties :

- a)** Détermination de la composition chimique (MS, MM, MO, MAT, CB et MG) des composants des rations alimentaires testées.
- b)** Tests d'ingestibilité sur agneaux.
- c)** Détermination des valeurs énergétiques (UFL et UFV) et azotées (PDIA, PDIN et PDIE) des régimes alimentaires testés.

2- Schéma général de l'expérimentation

L'expérimentation, s'est déroulée au niveau de la bergerie de la station expérimentale et au laboratoire d'analyses fourragères de l'université de Blida 1. Elle s'est étalée du 24 février au 19 avril 2015.

Le test d'ingestibilité, a porté sur 16 agneaux de race Ouled Djellal, pesant en moyenne entre 38 et 52 kg de poids vif et âgés entre 02 à 03 ans, répartis en 04 lots de 04 agneaux. La répartition, a été faite de sorte à avoir en intra lots des agneaux homogènes du point de vu poids et âge.

Le régime du lot 1 et 2 (témoins) sont composés respectivement de paille de blé dur seule à volonté et de paille de blé dur à volonté, complétementée par 300 g de concentré composé. Alors que celui du lot 3, comporte de la paille de blé dur et des pulpes d'agrumes fraîches (l'équivalent brut de 300 g de MS). Le lot 4, a reçu une ration totale mélangée, composée de paille, de pulpes d'agrumes fraîches, de mélasse et d'urée (figure 2).

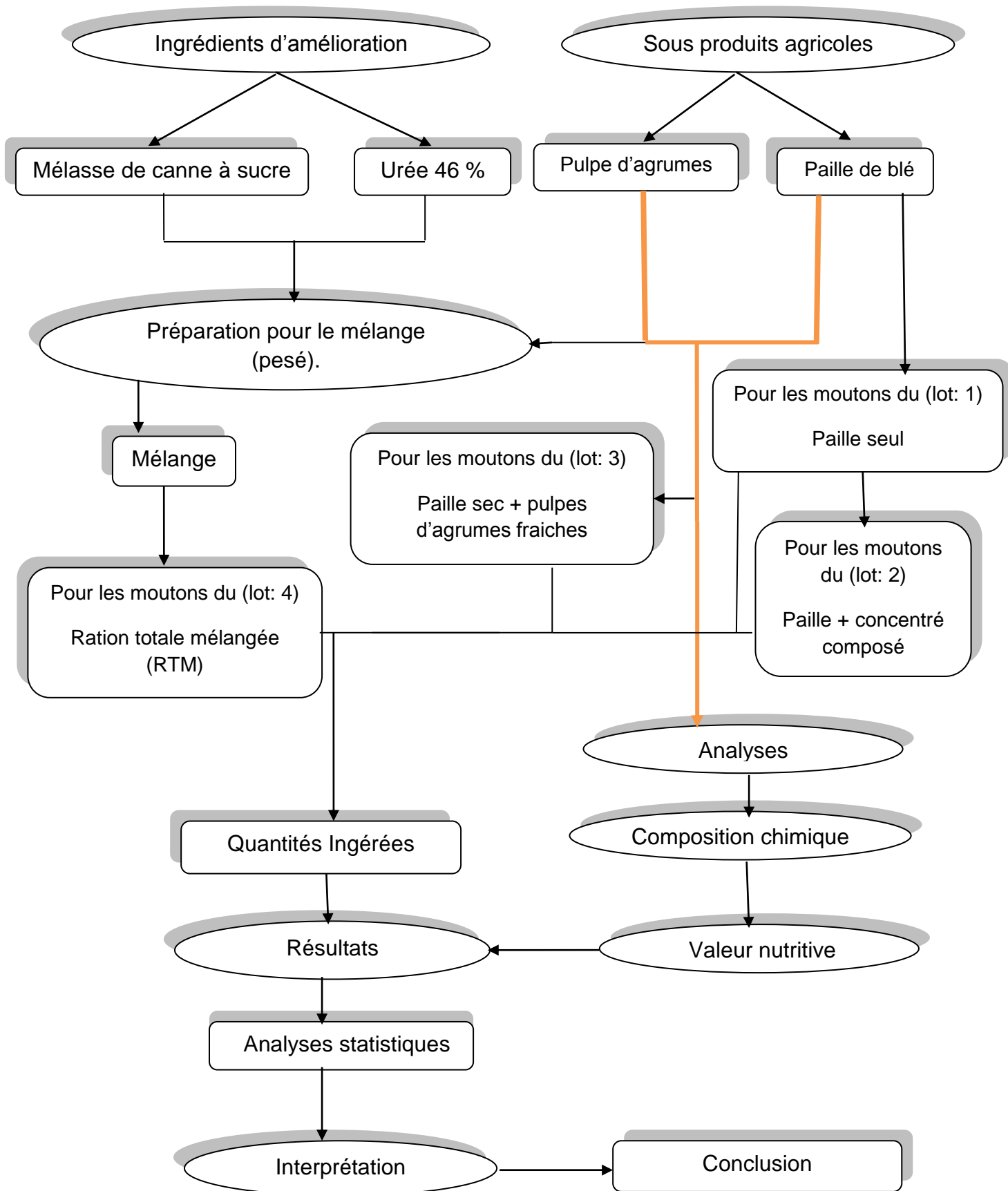


Figure (2): Esquisse de la méthodologie globale de travail.

3- Déroulement de l'expérimentation.

Les agneaux des 04 lots, ont été placés dans des boxes individuels au sol de 1,8 m² avec accès libre aux mangeoires et aux abreuvoirs (eau potable à volonté et en permanence) (photo 1). Ces animaux, ont été adaptés progressivement et durant 10 jours à leur nouveau régime alimentaire avant la période de mesure.

Durant la période de mesure qui a durée 30 jours, les repas ont été distribués en 3 prises : à 09 h – 12 h et 16 h. Chaque jour et à 08 h du matin, les refus sont récoltés et pesés avant toute nouvelle distribution des repas, afin d'ajuster la quantité à distribuer pour chaque bélier (10 % de refus autorisés), afin d'éviter le phénomène de tri. La MS des aliments distribués, a été déterminée, tous les 03 jours.

Les quantités ingérées quotidiennement par les animaux exprimées en MS et par poids métabolique, ont été obtenues par pesée du distribué et des refus.

Les agneaux, ont été pesés dans un pèse ovins (photo 2) à jeun au début et à la fin de chaque semaine de la période d'essai, afin de déterminer le poids vif et son évolution (GMQ).



Photo 01 : Agneaux placés dans les boxes individuels.



Photo 02 : Pèse ovins.

4- Aliments utilisés.

4-1- Sous produits

4-1-1- Paille de blé dur :

La paille utilisée dans cet essai (photo 3), provient de la wilaya de Médéa.



Photo 03 : Paille de blé dur.

4-1-2- Pulpes d'agrumes :

Les pulpes utilisées dans cette expérimentation (photo 4), proviennent d'une usine privée située dans la commune de Guerrouaou.



Photo 04 : Pulpes d'agrumes fraîches.

4-1-3- Mélasse :

La mélasse utilisée dans cet essai provient d'une raffinerie sucrière située dans la wilaya de Bejaia.



Photo 05 : Mélasse de canne à sucre

4-1-4- Urée :

La quantité d'urée utilisée dans la ration totale mélangée, a été calculée de sorte à avoir un équilibre entre les PDIE et les PDIN (photo 6).



Photo 06 : Urée alimentaire

4-2- Concentré composé :

Il s'agit d'un concentré composé farineux (photo 7), fabriqué au niveau de la station expérimentale. Les ingrédients et les quantités utilisées, sont consignés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Composition du concentré composé.

Ingrédients	Quantités (Kg)	% / Kg brut
Mais	18	60
Gros son	9	30
Tourteau de soja	2,7	9
CMV	0,3	1
Total	30	100



Photo 07 : Concentré composée.

4.3- La ration totale mélangée :

La ration totale mélangée (RTM), est préparée de la manière suivante : dans un bidon, 200 g de mélasse de canne est bien mélangée avec 30 g d'urée, auxquels est rajoutée l'équivalent frais de 300 g de MS de pulpes d'agrumes ; le tout est bien brassé puis versé sur la paille de blé dur préalablement pesée dans une bassine. Tous les composants sont mélangés afin d'obtenir une ration mélangée (photo 8 et 9).



Photo 08 : paille + pulpes d'agrumes + mélasse + urée (avant mélange).



Photo 09 : Ration totale mélangée.

5- Les rations alimentaires testées.

Nous nous sommes basés sur la période d'adaptation qui nous a permis d'estimer les quantités de paille distribuées à volonté avec toutefois des réajustements au cours de la période expérimentale en fonction de la quantité de refus.

La composition des régimes alimentaires testés, est la suivante :

- **Lot 1** : paille à volonté (témoin)
- **Lot 2** : paille à volonté + 300 g de concentré composé (témoin).
- **Lot 3** : paille à volonté + pulpes d'agrumes fraîches (équivalent de 300 g de MS).
- **Lot 4** : ration totale mélangée, composée de paille à volonté et d'un mélange de pulpes d'agrumes fraîches (équivalent de 300 g de MS) + 200 g de mélasse de canne + 30 g d'urée alimentaire.

6- Méthodes d'analyses chimiques.

Les méthodes d'analyses chimiques utilisées, sont celles de l'AOAC (1975). Les échantillons ont été broyés finement (1 mm) et conservés hermétiquement. Toutes les analyses sont faites en triples (03 répétitions), les résultats sont rapportés à la matière sèche (en %). Ces analyses chimiques, ont portés sur la MS, les MM, la MO, la CB, les MAT et la MG des pulpes d'agrumes, de la paille de blé dur et du concentré composé.

7- Calculs.

7.1- Apports nutritifs des régimes alimentaires testés.

Les apports nutritifs (énergétiques et azotés) des 04 régimes alimentaires testés au cours de cette expérimentation, ont été calculés en fonction des quantités ingérées. Ces apports nutritifs, ont été obtenus à partir des valeurs énergétiques et azotées des composants de la ration dont les valeurs nutritives ont été tirées des tables de l'INRA, 2007 (tableau 18).

7. 2- Ingéstibilité.

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

Pour mieux comparer les résultats, l'ingestibilité est exprimée en g MS / kg P^{0.75}.

Tableau 18 : Valeurs énergétiques et azotées des composants des régimes alimentaires testés (Source : INRA, 2007).

Aliments	Valeurs énergétiques (par kg MS)		Valeurs azotées (g / kg MS)	
	UFL	UFV	PDIN	PDIE
Paille de blé dur	0,42	0,31	22	44
Pulpes d'agrumes	1,10	1,10	50	96
Mélasses de canne	0,86	0,84	32	62
Urée	00	00	1443	00
Gros son	0,92	0,86	107	87
Mais	1,22	1,23	74	97
Tourteaux de soja 46	1,20	1,19	360	253

7. 3- Variation du poids vif des béliers et GMQ.

Variation du poids vif = poids vif final – poids vif initial

$$\text{PV final} - \text{PV initial}$$

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

7. 4- Calculs statistiques.

Le calcul des moyennes et des écarts types, a été réalisé par Excel. La comparaison des moyennes par le test de Fisher, a été faite grâce au logiciel Statgraphics Centurion XVI Version 16.1.1.18

Résultats et Discussion

Résultats et Discussion

1. Variation du poids vif et gains moyens quotidiens des agneaux.

A l'exception du lot 1, recevant de la paille de blé dur à volonté (lot témoin), les rations distribuées sont apportées pour couvrir les besoins des animaux à l'entretien. Cependant, leur poids vif peut varier au cours des essais avec la quantité de paille ingérée ; celle-ci étant distribuée en ad libitum alors que les complémentations ont été formulées pour apporter les mêmes quantités d'azote et d'énergie pour l'ensemble des régimes. Toutefois, des différences dans les apports des compléments peuvent avoir lieu.

Le poids vif, peut également varier avec l'efficacité digestive de chaque ration et son pouvoir à être retenue par l'organisme.

Le tableau 19, résume les poids vifs moyens des agneaux, les variations en kg et les gains ou pertes moyens quotidiens.

Tableau 19 : Variation du poids vif des agneaux.

Lot	Régime alimentaire	PV initial (Kg)	PV final (Kg)	Variation du PV (Kg)	GMQ (g)
1	Paille	37,87 ± 2,22 de	36,05 ± 1,55 e	-1,82 ± 1,46 b	-121,66 ± 97,73 b
2	Paille + concentré	40,62 ± 4,58 cde	41,35 ± 4,01 bcd	0,72 ± 1,07 a	60,41 ± 89,07 a
3	Paille + pulpes d'agrumes	45,40 ± 2,11 bc	46,20 ± 4,13 b	0,80 ± 2,10 a	40 ± 105,35 a
4	Ration totale mélangée (RTM)	51,85 ± 3,82 a	54,55 ± 4,34 a	2,70 ± 1,05 a	135 ± 52,59 a

RTM = paille + pulpes d'agrumes + mélasse + urée. Les valeurs suivies d'une même lettre ou de plusieurs lettres dont l'une est commune, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement) (NB : une comparaison est faite dans ce tableau entre les poids vifs initiaux et finaux des 4 lots).

Les agneaux du lot 1, recevant de la paille de blé dur à volonté, débutent l'essai avec un poids vif moyen de 37,87 kg ; celui-ci, passe à 36,05 kg à la fin de l'essai, soit une perte globale de 1,82 kg, ou 121,66 g par jour.

Les agneaux du lot 2, recevant de la paille de blé dur à volonté et 300 g de concentré composé, commencent l'essai avec un poids vif moyen de 40,62 kg ; pour arriver en fin d'essai à 41,35 kg, soit une augmentation de 0,72 kg et un GMQ de 60,41 g.

Les agneaux du lot 3, recevant de la paille de blé dur et l'équivalent en MS de 300 g de MS de pulpes d'agrumes fraîches (environ 1,6 kg brute), passent de 45,4 kg au début de l'essai à 46,2 kg à la fin de celui-ci, soit une augmentation de 0,8 kg et un GMQ de 40 g.

Les agneaux du lot 4, recevant la ration totale mélangée (composée de paille de blé dur à volonté + l'équivalent en brut de 300 g de MS de pulpes d'agrumes + 200 g de mélasse + 30 g d'urée), débutent l'essai avec un poids vif moyen de 51,85 kg ; celui-ci, passe à 54,55 kg à la fin de l'essai, soit une augmentation de 2,7 kg et un gain quotidien de 135 g.

Les analyses statistiques, révèlent qu'il n'y'a pas de différences significatives :

- Entre les poids vifs initiaux et finaux durant la période d'essai pour les 4 lots.
- Dans les variations de poids vif et le GMQ entre les lots qui ont gagnés du poids (lots 2 ; 3 et 4).

2. Composition chimique des sous produits et du concentré.

Les résultats des analyses fourragères, des sous produits et du concentré, sont rapportés dans le tableau 20.

2.1- Teneur en matière sèche.

La teneur en MS de la paille est de 90,09 %, elle est proche de celles obtenues pour une paille de blé dur, par AYOUB (2000), avec 89,84 % et l'INRA (2007), avec 88%. La teneur en MS de cette paille, est comparable à celle du concentré composé avec 90,73 %.

Les pulpes d'agrumes fraîches, présentent une teneur en MS de 17 %. Cette teneur, est inférieure à celle annoncée par MACEDO et al (2007) avec des pulpes fraîches qui est de 24,9 %.

. Cette différence entre les résultats, peut être due à l'espèce d'agrumes, la date et le lieu de récolte, la saison, et le processus d'extraction utilisé.

La mélasse de canne, présente une teneur en MS de 73,7 %, alors que l'urée est presque sèche (98 %) (INRA, 2007).

Tableau 20 : Composition chimique des sous produits et du concentré.

Aliments	MS %	en % de la MS			
		MO	MAT	CB	MG
Paille	90,09 ± 0,83 a	91,29 ± 0,08 b	5,75 ± 0,47 c	33,55 ± 0,38 a	-
Pulpes d'agrumes fraîches	17,00 ± 1,18 b	95,07 ± 0,11 a	6,72 ± 0,20 b	15,26 ± 0,19 b	5,61
Concentré composé	90,73 ± 0,46 a	86,11 ± 2,07 c	11,76 ± 0,55 a	6,32 ± 0,41 c	3,44
Mélasse de cannes*	73,70	86,00	05,50	00	01,50
Urée*	98,00	00	287,50	00	00

* valeurs tirées des tables de l'INRA, 2007. Les valeurs suivies d'une même lettre, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement)

2.2- Teneur en matière organique.

La teneur en MO, présente des différences significatives entre les aliments étudiés. Elle varie entre 86,11 % pour le concentré composé et 95,07 % pour les pulpes d'agrumes.

La teneur en MO de la paille (91,29 %), est plus faible que celle trouvée par CHACHOUA, (2014) qui est de 95,25 %. Celle des pulpes d'agrumes, est proche de celles rapportées par PERROT (1984), et l'ITEBO (1992), avec respectivement 93,7 % et 93 à 98 %.

2.3- Teneur en cellulose brute.

La teneur en CB varie entre 6,32 % pour le concentré composé, 15,26 % pour les pulpes d'agrumes et 33,55 % pour la paille. Cette dernière valeur, est plus faible que celle de la paille d'orge et du foin d'orge-avoine avec 41,20 et 38,91 % (résultats de BENCHABA, 2002).

Pour les pulpes d'agrumes, la teneur en CB obtenue, est légèrement supérieure à celles trouvées par EL HILALI, (1987) avec 10,8 % ; RIHANI (1991) avec 10,5 % et BENCHERCHALI (1994) avec 10,54 %, rappelons que les trois ont travaillé sur des pulpes d'agrumes déshydratées.

La mélasse et l'urée, sont dépourvues en cellulose.

2.4- Teneur en matières azotées totales.

La teneur en MAT, est faible pour la paille (5,75 %), les pulpes d'agrumes (6,72 %) et la mélasse (5,50 %). Le concentré composé, avec 11,76 %, est le plus pourvu en cet élément, apporté essentiellement par le tourteau de soja. SMETI et al (2012), trouve dans un concentré composé, une teneur de 16,3 % de MAT.

La teneur en MAT des pulpes d'agrumes, est proche de celles annoncées par HUTTON (1987) et BENCHERCHALI (1994) avec respectivement 6 à 7 % et 6,82 %.

2.5- Teneur en matières grasses.

Les pulpes d'agrumes, sous produit de l'extraction des jus d'agrumes, contient 5,61% de MG. Cette valeur, est proche de l'intervalle annoncé par RIHANI (1991) pour la teneur en MG des différents types de pulpes d'agrumes et qui est de 2 à 5 %.

Le concentré composé contient 3,44 % de MG alors que la mélasse de cannes, contient 01,50 % (INRA, 2007).

3. Ingestibilité.

3.1. Ingestibilité de la paille et des compléments.

Les quantités de paille de blé dur et des compléments ingérés en kg de MS et par kg de poids métabolique, sont illustrées dans le tableau 21.

La quantité de paille ingérée en kg de MS / tête / jour, est pratiquement la même qu'elle soit distribuée seule ou complémentée chez les 3 premiers lots. En effet, il n'y'a pas eu de différences significatives entre la quantité de paille ingérée par le lot 1 (paille seule), le lot 2 (paille + 240 g de MS de concentré) et le lot 3 (paille + l'équivalent de 270 g de MS de pulpes d'agrumes fraîches). Ses deux compléments, n'ont pas entraînés une amélioration de la quantité de paille ingérée, mais n'ont pas entraîné aussi un phénomène de substitution.

Le lot 4 (ration totale mélangée), a présenté une amélioration de la quantité de paille ingérée par rapport au témoin (lot 1) : 1,13 kg de MS de paille ingérée au lieu de 0,92 kg. Cette amélioration, serait liée vraisemblablement à l'ajout de mélasse et d'urée. Notons que l'ingestibilité de la paille du lot 4, est comparable à celle des lots 2 et 3.

Tableau 21 : Consommation moyenne de la paille et des compléments en Kg de MS et en kg MS / kg P^{0,75} / animal / jour.

Lot	Régime alimentaire	Paille		Compléments	
		Kg de MS	g/kg P ^{0,75}	Kg de MS	g/kg P ^{0,75}
1	Paille	0,92 ± 0,10 b	57,89 ± 4,95 ab	-	-
2	Paille + concentré composé	1,03 ± 0,15 ab	64,06 ± 4,80 a	0,24 ± 00 b	14,94 ± 1,08 b
3	Paille + pulpes d'agrumes	1,00 ± 0,05 ab	56,50 ± 4,34 b	0,27 ± 00 b	15,31 ± 0,57 b
4	Ration totale mélangée	1,13 ± 0,10 a	57,72 ± 4,37 ab	0,45 ± 00 a	22,82 ± 1,92 a

RTM : ration totale mélangée. Les valeurs suivies d'une même lettre ou de deux lettres dont l'une est commune, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement)

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

Quelle soit distribuée seule ou complémentée, l'ingestibilité de la paille exprimée par rapport au poids métabolique, est comparable entre le lot témoin et les autres lots expérimentaux. En effet, chez le lot 1, cette ingestibilité est de 57,89 g MS / kg P^{0,75}, alors que chez les autres lots, l'ajout de 0,24 kg de MS de concentré dans la ration du lot 2 ; 0,27 kg de MS de pulpes d'agrumes dans celle du lot 3 et 0,45 kg de MS du mélange (pulpes + mélasse + urée) dans le régime du lot 4, n'a pas eu d'influence sur cette ingestibilité.

Une différence significative d'environ 8 points, a été cependant constatée entre l'ingestibilité de la paille du lot recevant du concentré composée (64,06 g MS / kg P^{0,75}) et le lot recevant des pulpes d'agrumes fraîches (56,5 g MS / kg P^{0,75}).

Nos résultats, sont supérieurs à ceux trouvés par DRISS (1993) et GUEZMIR (1993) qui sont de 34,06 et 32,8 g MS / kg P^{0,75}, pour la paille de blé dur complémentée respectivement par (mélasse + gros son + urée) et (orge + gros son + urée).

3.2. Ingestibilité de la MS des rations étudiées.

L'ingestibilité de la MS des rations étudiées, est rapportée dans le tableau 22.

Tableau 22 : Ingestibilité de la MS des rations étudiées.

Lot	Régime alimentaire	MS ing (Kg)	MS ing en g/Kg P ^{0,75}
1	Paille	0,92 ± 0,10 c	57,89 ± 4,95 c
2	Paille + concentré	1,27 ± 0,15 b	79,00 ± 3,97 ab
3	Paille + pulpes d'agrumes	1,27 ± 0,05 b	71,80 ± 4,81 b
4	RTM (paille + PA+M+U)	1,58 ± 0,10 a	80,45 ± 5,37 a

RTM = ration totale mélangée, PA = pulpes d'agrumes, M = mélasse, U = urée. Les valeurs suivies d'une même lettre, ou de deux lettres dont l'une est commune, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement)

Les niveaux d'ingestion des rations exprimés en kg de MS, sont comparables entre les lots 2 et 3 et significativement différents entre les autres lots. Ces niveaux, sont de 0,92 (régime 1) ; 1,27 (régime 2) ; 1,27 (régime 3) et 1,58 kg de MS (régime 4).

Exprimé en g de MS / Kg de P^{0,75}, les niveaux d'ingestion des régimes alimentaires testés, varient de 57,89 g pour la paille seule, à 80,45 g pour la ration totale mélangée. Notons que l'ingestibilité de la ration paille + concentré (79 g), est comparable à celle de la ration paille + pulpes d'agrumes (71,8 g) et à celle de la ration totale mélangée. Les niveaux d'ingestion élevés chez le lot 2 et 4, sont liés à l'amélioration de l'ingestibilité de la paille, mais aussi à une consommation plus élevée du complément dans la ration du lot 4 (pulpes + mélasse + urée).

Les résultats obtenus dans cet essai, sont plus élevés que ceux obtenus par SLAMANI (1992) avec des régimes à base de paille traitée à 6 % d'urée (48,19 g) et la même paille complémentée avec 200 g d'orge (52,8 g de MS / Kg de P^{0,75}) et par

BENCHERCHALI (1994) avec des régimes composés de paille de blé dur et complétementée avec du concentré composé (52,16 g), et un mélange de pulpes d'agrumes de farine de viande et d'os et d'urée (49,64 g de MS / Kg de P^{0,75}).

3.3. Ingestibilité de la MO des rations étudiées

L'ingestibilité de la MO des rations, est rapportée dans le tableau 23.

Tableau 23 : Ingestibilité de la MO des rations étudiées.

Lot	Régime alimentaire	MO ing (Kg)	MO ing en g/Kg P ^{0,75}
1	Paille	0,84 ± 0,10 c	52,34 ± 5,38 c
2	Paille + concentré	1,15 ± 0,14 b	71,35 ± 3,67 ab
3	Paille + pulpes d'agrumes	1,17 ± 0,05 b	66,12 ± 4,41 b
4	RTM (paille + PA+M+U)	1,42 ± 0,09 a	76,02 ± 6,83 a

RTM = ration totale mélangée, PA = pulpes d'agrumes, M = mélasse, U = urée. Les valeurs suivies d'une même lettre, ou de deux lettres dont l'une est commune, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement)

Les quantités de MO ingérées, sont de 0,84 kg pour la paille, 1,15 et 1,17 kg respectivement pour la paille + concentré et la paille + pulpes d'agrumes (valeurs comparables) et 1,42 kg pour ration totale mélangée. On constate ainsi que les rations contenant des compléments, apportent plus de MO et donc plus d'énergie que le lot témoin (lot 1).

Exprimée en g / Kg de P^{0,75}, l'ingestibilité de la MO, est plus élevée chez le lot 4 (76,02 g), et le lot 2 (71,35 g) (ingestibilités comparables) ; suit celle du lot 3 (66,12 g) qui est comparable à l'ingestibilité du lot 2 et en fin celle du lot 1 avec 52,34 g / kg P^{0,75}. Les trois compléments, étant riches en MO, améliorent la quantité de MO ingérée par rapport au témoin (paille seule) de 19 ; 13,8 et 23,7 points respectivement pour le concentré, les pulpes et le complexe : pulpes + mélasse + urée.

3.4. Ingestibilité des MAT des rations étudiées.

L'ingestibilité des MAT des rations étudiées est présentée dans le tableau 24.

Tableau 24 : Ingestibilité des MAT des rations étudiées.

Lot	Régime alimentaire	MAT ing (Kg)	MAT ing en g/Kg P ^{0,75}
1	Paille	0,05 ± 0,00 d	3,24 ± 0,17 d
2	Paille+concentré	0,26 ± 0,01 a	16,55 ± 0,72 a
3	Paille + pulpes d'agrumes	0,08 ± 0,00 c	4,28 ± 0,28 c
4	RTM (paille + PA+M+U)	0,17 ± 0,01 b	8,51 ± 0,69 b

RTM = ration totale mélangée, PA = pulpes d'agrumes, M = mélasse, U = urée. Les valeurs suivies d'une même lettre, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement)

L'ingestibilité des MAT est très faible chez les agneaux recevant de la paille sans complémentation, elle est de 0,05 kg, soit 3,24 g / Kg de P^{0,75}; lorsque cette paille est complétementée, l'ingestibilité des MAT augmente et passe à :

- 0,08 kg et 4,28 g / Kg de P^{0,75} lorsqu'on lui rajoute des pulpes d'agrumes fraîches (lot 3), soit une augmentation de 0,03 kg.
- 0,17 kg et 8,51 g / Kg de P^{0,75} lorsqu'on lui rajoute des pulpes d'agrumes, de la mélasse et de l'urée (lot 4), soit une augmentation de 0,12 kg apportés essentiellement par l'urée.
- 0,26 kg et 16,55 g / Kg de P^{0,75} lorsqu'on lui rajoute du concentré composé (lot 2), soit une augmentation de 0,21 kg apportés essentiellement par le tourteau de soja sous forme de protéines nobles.

3.5. Ingestibilité de la CB des rations étudiées.

L'ingestibilité de la CB des rations, figure dans le tableau 25.

Tableau 25 : Ingestibilité de la CB des rations étudiées.

Lot	Régime alimentaire	CB ing (Kg)	CB ing en g/Kg P ^{0,75}
1	Paille	0,31 ± 0,03 c	19,42 ± 1,66 b
2	Paille + concentré	0,36 ± 0,05 bc	22,44 ± 1,56 a
3	Paille + pulpes d'agrumes	0,37 ± 0,02 ab	21,29 ± 1,53 ab
4	RTM (paille + PA+M+U)	0,42 ± 0,03 a	21,48 ± 1,55 ab

RTM = ration totale mélangée, PA = pulpes d'agrumes, M = mélasse, U = urée. Les valeurs suivies d'une même lettre, ou de deux lettres dont l'une est commune, sont significativement comparables au seuil de 5 % (lire verticalement)

Les quantités de CB ingérées par kg de poids métabolique, sont comparables entre les lots 2, 3 et 4 avec respectivement : 22,44 ; 21,29 et 21,48 g/Kg P^{0,75}. Ainsi qu'entre le lot témoin (19,42 g) et les lots 3 et 4. Cette consommation de CB, est élevée du fait que la ration de base est composée de paille de blé dur, riche en cellulose.

4. Apports nutritifs des rations étudiées.

4.1. Valeur nutritive des composants des rations alimentaires.

La valeur nutritive des composants des rations alimentaires, figure dans le tableau 26.

Ces valeurs énergétiques et azotées, nous ont permis de calculer les apports nutritifs de la ration de base, la formulation des complémentations distribuées aux lots expérimentaux et en fin les apports énergétiques et azotés des quatre rations testées.

Tableau 26 : Valeurs énergétiques et azotées des composants des régimes alimentaires testés (Source : INRA, 2007).

Aliments	Valeurs énergétiques (par kg MS)		Valeurs azotées (g / kg MS)	
	UFL	UFV	PDIN	PDIE
Paille de blé dur	0,42	0,31	22	44
Pulpes d'agrumes	1,10	1,10	50	96
Mélasses de canne	0,86	0,84	32	62
Urée	00	00	1443	00
Gros son	0,92	0,86	107	87
Mais	1,22	1,23	74	97
Tourteaux de soja 46	1,20	1,19	360	253

4.2. Composition des rations alimentaires.

La composition quantitative des rations alimentaires testées, est représentée dans le tableau 27.

Tableau 27 : Composition des rations alimentaires testées.

Lot	Régime alimentaire	Paille (kg de MS)	Compléments (kg de MS)
1	Paille	0,92	-
2	Paille + concentré	1,03	0,24
3	Paille + pulpes d'agrumes	1,00	0,27
4	Ration totale mélangée	1,13	0,45

Dans cet essai, la paille de blé dur, a été distribuée aux 4 lots à volonté.

4.3. Valeur nutritive des compléments.

La valeur nutritive des compléments de la paille, figure dans le tableau 28.

Tableau 28 : Valeur nutritive des compléments.

Compléments	Apports énergétiques (par kg MS)		Apports azotés (g / kg MS)	
	UFL	UFV	PDIN	PDIE
Concentré	1,11	1,10	109	107
Pulpes d'agrumes	1,10	1,10	50	96
PA + M + U	0,95	0,94	135	79

La valeur nutritive des compléments rapportée dans le tableau 28, montre que :

- Le concentré est bien équilibré à la fois entre ces apports énergétiques et azotés et entre ces valeurs PDIN et PDIE.
- Les pulpes d'agrumes, sont riches en énergie, mais présentent des valeurs azotées déséquilibrées entre PDIN et PDIE.
- Le complément de la ration totale mélangée, est également riche en énergie, mais présente aussi un déséquilibre entre les PDIN et les PDIE ; déséquilibre, provoqué par les 30 g d'urée utilisée dans la ration totale mélangée.

4.4. Apports énergétiques et azotés des régimes alimentaires testés.

Les apports énergétiques et azotés des régimes alimentaires testés, sont rapportés dans les tableaux 29 et 30.

4.4.1. Apports énergétiques des régimes alimentaires testés.

Les apports énergétiques de la ration de base, varient en fonction de la quantité de paille ingérée par les agneaux de chaque lot. Ainsi, la paille a apportée : 0,39 ; 0,43 ; 0,42 et 0,47 UFL respectivement chez les lots 1 ; 2 et 3 et 4.

A l'inverse, les apports énergétiques des compléments, varient en fonction de la quantité ingérée et de la valeur nutritive de chacun d'eux. Ainsi, les apports du concentré composé sont de 0,27 UFL ; ceux des pulpes d'agrumes, sont de 0,30 UFL et ceux du complexe (PA + M + U) sont de 0,43 UFL. Notons que les apports ont été exprimés en UFL, car les agneaux sont à l'entretien ou à faible croissance.

Les apports totaux de la ration, ont été respectivement de 0,39 ; 0,70 ; 0,72 et 0,90 UFL pour les lots 1 ; 2 ; 3 et 4. Soit des différences importantes entre le lot témoin et les 3 autres lots. La ration totale mélangée, a permis le meilleur apport énergétique, alors que le concentré composé et les pulpes d'agrumes ont eu les mêmes apports. Ces régimes alimentaires expérimentaux, ont permis des gains de poids chez les agneaux, respectivement de : 60,41 ; 40 et 135 g / jour pour les lots : 2 ; 3 et 4. Le régime paille seule, apportant moins d'énergie a entraîné une perte de poids vif chez les agneaux du lot 1 de 121,66 g / jour (cf. tableau 19).

Tableau 29 : Apports énergétiques des régimes alimentaires testés.

Lot	Régime alimentaire	Apports de la paille		Apports des compléments		Apports totaux	
		UFL	UFV	UFL	UFV	UFL	UFV
1	Paille	0,39	0,29	-	-	0,39	0,29
2	Paille + concentré	0,43	0,32	0,27	0,26	0,70	0,58
3	Paille + pulpes d'agrumes	0,42	0,31	0,30	0,30	0,72	0,61
4	Ration totale mélangée	0,47	0,35	0,43	0,42	0,90	0,77

4.4.2. Apports azotés des régimes alimentaires testés.

- Le lot 1, a reçu 20,2 g de PDIN et 40,5 g de PDIE, apportés uniquement par la paille distribuée seule.
- Le lot 2, a reçu 48,9 g de PDIN et 71 g de PDIE, apportés conjointement par la paille à raison de 22,7 g de PDIN et 45,3 g de PDIE et par le concentré composé avec 26,2 g de PDIN et 25,7 g de PDIE.
- Le lot 3, a reçu 35,5 g de PDIN et 69,9 g de PDIE, dont 38 % des PDIN et 37 % des PDIE, ont été apportés par les pulpes d'agrumes.
- Le lot 4, a reçu 85,6 g de PDIN et 85,2 g de PDIE, soit un équilibre parfait entre ces deux apports, d'où le GMQ élevé. 24,9 g de PDIN et 49,7 g de PDIE ont été apportés par la paille et 60,7 g de PDIN et 35,5 g de PDIE par le complexe (pulpes d'agrumes + mélasse + urée).

Tableau 30 : Apports azotés des régimes alimentaires testés.

Lot	Régime alimentaire	Apports de la paille		Apports des compléments		Apports totaux	
		PDIN	PDIE	PDIN	PDIE	PDIN	PDIE
1	Paille	20,2	40,5	-	-	20,2	40,5
2	Paille + concentré	22,7	45,3	26,2	25,7	48,9	71,0
3	Paille + pulpes d'agrumes	22,0	44,0	13,5	25,9	35,5	69,9
4	Ration totale mélangée	24,9	49,7	60,7	35,5	85,6	85,2

CONCLUSION

CONCLUSION

Au terme de la présente étude, qui s'est assignée comme objectif, l'utilisation des pulpes d'agrumes dans l'alimentation des ovins. On peut conclure, que ce sous produits agro industriel est classé dans la catégorie des aliments riches en énergie. Les analyses chimiques nous ont donnés les résultats suivants : des teneurs en MS, MO, MAT, CB et MG respectivement de 17 ; 95,07 ; 6,72 ; 15,26 et 5,61 %.

Leurs utilisation chez les ovins, a permis les mêmes performances chez ces derniers que les concentrés composés farineux :

- L'ingestibilité de la ration alimentaire, du lot recevant la ration totale mélangée est comparable à celle du lot recevant de la paille et du concentré composé : 80,45 contre 79 g / kg de P^{0,75} . Cette dernière est également comparable à celle du lot recevant de la paille et des pulpes d'agrumes : 71,8 g / kg de P^{0,75} .

- Les apports énergétiques et azotés, sont plus élevés avec le régime ration totale mélangée que le régime paille + concentré, entraînant des gains de poids vif respectifs de 135 et 60,4 g/tête/jour.

Ce sous produit, malgré sa faible valeur azoté, mais vu sa disponibilité avec le développement de l'industrie agro alimentaire en Algérie, est susceptible d'augmenter en quantité l'offre fourrager et d'améliorer ainsi le bilan alimentaire déficitaire des herbivores en Algérie.

Il serait cependant intéressant de :

- Refaire ce travail pour confirmer les résultats obtenus, notamment en déshydratant ces pulpes afin d'augmenter la durée de conservation.
- Incorporer ces pulpes d'agrumes dans des blocs multinationnels, en rajoutant d'autres sous produits susceptibles d'équilibrés l'apport azoté.
- Ensilé ces pulpes d'agrumes en rajoutant une source azotée, tels que l'urée ou les fientes de volailles déshydratées et irradiées.

Références bibliographique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDELAZIZ, M., 2009. Essai de prévision de la valeur nutritive des feuilles et la pulpe d'arganier-Mémoire Ingenieur en biologie. Université Hassiba Ben Bouali Chlef

AGHSAGHALI A M. AND MAHERI- SIS N. 2008. Nutritive value of some agroindustriel by-product for ruminants- A Review. World Journal of Zoology, 3 (2) : 40-46

AMBERT R., BLEIN R., CHENAIS F., DEDENON N., MOREL D'ARLEUX F., PFLIMLIN A., 1983.Régimes Paille de céréales + Concentré pour les vaches laitières et les génisses. Etude bibliographique. CR ITEB n°83091 : 37 pages

AMMERMAN C.B.,1972. Effect of processing on the nutritional value of dried citrus pulp .In :Effect of processing on the nutritional value of feed. National Academy of Science. Washington D.C

AMMERMAN, C.B.; A.Z. PALMER ; N.E. MOORE ; L.R.ARRINGTON, 1976. Comparative nutritional value of pelleted and regular citrus pulp when fed at different levels to finishing steers. Fla. Agric. Exp. Sta. Serie 79.

AMOKRANE S., 2010. Etude des prétraitements microbiologiques des résidus agro-alimentaires lignocellulosiques en vue de leur valorisation en alimentation animale. Mémoire magistère Université de Constantine.

ANDRIEU J. ET DEMARQUILLY C., 1987.«Valeur nutritive des fourrages : tables et prévision» Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A n°70, pp 61-73.

AOAC., 1975. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists, 2nd ed. Washington D.C. 832 pp.

APRIA., 1976. - Les pailles de céréales. Institut technique des céréales et des fourrages, 8, Avenu du président Wilson 75116. Paris. 441p.

AYOUB R., 2000. Etude comparative de la valeur alimentaire de la paille et des chaumes de blé dur. Mémoire d'Ingénieur agronome, Institut d'agronomie de Blida.

BARTSCH, B.D. , R.B. WICKES, 1979. Citrus meal as an energy supplement for dairy cows. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 19:658.

BATH, D.L., DUNBAR, J.R., KING, J.M., BERRY, S.L., LEONARD, R.O., OLBRICH, S.E., 1980. By-products and unusual feedstuffs in livestock rations.Western Regional Extension Publication No. 39. USDA-ARS,Washington, DC, USA.

BENCHABA M., 2002. Etude de la valeur alimentaire de la paille d'orge et du foin d'orge avoine traités à l'urée. Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agro – Vétérinaire, Blida, 52 P.

BENCHERCHALI M., 1994 Contribution à l'étude de quelques sous-produits agro-industriels algériens: I- caractéristiques chimiques et digestibilité in vitro. II- effets des complémentations à base de sous-produits sur la valeur nutritive de la paille de blé dur, thèse de magister en sciences agronomiques, Inst. Agro. Université de Blida, Algérie, 118 p.

BERGNER. H., ZIMMER. W., J., MUNCHOW. H. 1974. Untersuchung ensurcharakterisierung von strohpellets. Arch. Tierernahrung, 24: 689-700.

BESSE J., 1969 L'alimentation des ruminants. Ed. INRA publication.471 p.

BHATTACHARYA, A.N., HARB. M, 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for Awasi lambs. J. Anim. Sci. 36, 1175–1180.

BOUHAROUD. R, 2007 « Inventaire, quantification et utilisation potentiel des sous produits agro industriels en Algérie » Mémoire de magister Blida .

BOUZEKRAOUI. A., 1989. Supplémentation en urée de régimes contenant des proportions élevées de pulpes de betteraves ou pulpes d'agrumes : Effets sur l'utilisation de l'azote et la digestion dans le rumen. Mémoire de 3ème cycle. Inst. Agro. Vet. Hassan II, Rabat -Maroc.

CHACHOUA. I., 2014. L'urée dans l'alimentation des ovins : conséquences sur la gestation, la parturition et le croît. Thèse Doc . Université de Batna 32p

CHEMLAL, 2014, Bilan alimentaire des herbivores dans la région centre de l'Algérie. Mémoire d'ing Agro, département de Biotechnologie de Blida.

CHENOST. M., DULPHY. J.P., 1987. Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitement. In les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation. C. Demarqilly. Ed. INRA, Paris, 689 p.

CHENOST. M., 1987. Complémentation des paille in « Les fourrages secs, récolte, traitement, utilisation. Ed., INRA. Paris, 183-198

CHENOST M., GRENET N., HODEN A., 1987. Utilisation des pailles par les bovins en croissance. "Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation". C. Demarqilly Ed. INRA, Paris : 183 – 198.

CHENOST M., KAYOULI C., (1997) - Roughage utilization in warm climates. FAO. Animal production and health paper: 135, FAO. Rome 226 p.

DOLBERG F., 1995 - Treated straw for beef production in China. World Animal Review,82, 14-24.

DRISS. M, 1993. Amélioration de la valeur nutritive de la paille de blé dur par traitement à l'urée et des complémentations. Mémoire d'Ingénieur agronome, Institut d'agronomie de Blida.

DROGOUL, C., GADOUD, R., JOSEPH, M.M., JUSSIAU, R., LISBERNEY, M.J., MANGEOL, B. ET MONTMEAS L., TARRIT A., 2004. "Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. » Educagri édition . (2004). T1: 270p; T2:313p

DULPHY J.P., BONY J., 1983. Influence de la nature de l'aliment complémentaire sur les performances de génisses recevant de la paille. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, LN.R.A., 52,37-41.

DULPHY J.P., 1979. Valeur alimentaire des pailles traitées ou non. Bulletin Technique Inf. n°341 – 342 : 319 – 335.

DULPHY J.P. JOUANY, W. MARTIN-ROSSET, M. 1994. Thériez Aptitudes comparées de différentes espèces d'herbivores domestiques à ingérer et digérer des fourrages distribués à l'auge Annales de Zootechnie, 43 , pp. 11–32

EL HILALI, A., 1987. Influence du taux d'incorporation de la pulpe de caroube sur la digestibilité et l'utilisation de la ration des ovins à l'engraissement. Mémoire de 3^{ème} Cycle. Inst. Agro. Vét. Hassan Rabat II – Maroc.

FEHR, P.M., 1980. Les pulpes d'agrumes. In : L'utilisation des matières premières à cellulose facilement digestible par les animaux. CAAA. INA. Paris-Grignon

GHAMRI A, 1979. Valorisation des produits et sous produits agro-industriels dans l'alimentation des bovins en algérie. Thèse. Doct. 3^{ème} cycle, INP. TOULOUSE. 163p

GIGER, W., C. SCHAFFNER, AND S. C. WAKEHAM. 1980. Ali- phatic and olefinic hydrocarbons in recent sediments of Greifensee, Switzerland. Geochim. Cosmochim. Acta 44: 119-129.

GOHL B., (1982)- L'alimentation des ruminants. Ed. INRA publication. 471 p.

GRASSER L.A., FADEL J.G., GARNET I. AND DE PETERS E.J. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. Journal of Dairy Science, 78 : 962-971.1995.

GRENET N., LAGRANGE Cécile, LEBRIS X., AISSAOUIS., 1987. Etude de deux systèmes fourragers intensifs pour vaches allaitantes : Herbe ou sous-produits de culture. Mimeo, ITEB, CAIAC, ITCF, UCEVA, Synthèse d'essai & d'quo; 87113, 47 pp.

GUEZMIR, N, 1993. Effets du traitement à l'ammoniac et des complémentations sur la valeur nutritive de la paille de blé dur. Mémoire d'Ingénieur agronome, Institut d'agronomie de Blida.

HENTGES, I.F. ; J.E. MOORE :, A.Z. PAIMER ; J. CARPENTER. 1966. Replacement value of dried citrus meal for corn meal in beef cattle diets. Fla. Agric. Exp. Sta. Bull. 708.

HADDAD, A., 1990. Supplémentation en urée de régime contenant des proportions élevées de pulpes d'agrumes : Effets de la forme et du niveau d'apport de l'urée sur l'utilisation de l'azote et la digestion dans le rumen. Mémoire de 3ème Cycle. Inst. Agro. Vét. Hassan II, Rabat- Maroc.

HODEN A., 1981. Utilisation des pailles de céréales par les génisses d'élevage. Bull. Tech. CRZV de Theix – INRA, 44 : 13 – 16.

HOUMANI M., 1999 - Situation alimentaire du bétail en Algérie. INRA, 4, 35-45

HUTTON, K. 1987. Citrus pulp in formulated diets. In : Recent advances in animal nutrition. University of new England. Australia.

INRA, 1988 - Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, France, 471 p.

INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux – Valeurs des aliments Tables INRA 2007. Edition Quae. Versailles, 307 p.

ITELV, 2012. Incorporation de pulpes fraîches de citrus dans l'alimentation des vaches laitières. – Comité National des Coproduits : 6 pages.

ITELV, 2012. Synthèse sur : La mélasse. Comité des sous-produits. RNED Bovins, Juillet : 19 pages.

ITELV, 2012. Synthèse sur : Les pailles de céréales. Comité des sous-produits – RNED Bovins, Juillet : 49 pages.

ITELV, 2013. - Déficit fourrager .Document réalisé à partir des travaux conduits par l'Institut de l'Elevage – 30 juillet.

JARRIGE. R., 1987. Place des fourrages secs dans l'alimentation des herbivores domestiques. Ingénieur. C. Demarquilly. Ed. Les fourrages secs : Récolte, traitement, utilisation.14-20..

LENG R A AND PRESTON T R 1976. Sugar cane for cattle production present constraints, perspectives and research priorities Trop Anim Prod 1:1-22

LUNDQUIST, R., 1995. Current uses of traditional co-products. In: Proceedings of the Second National Alternative Feeds Symposium, St. Louis, MO, USA, pp. 95–104

MACEDO, C.A.B., I.Y. MIZUBUTI, E.S. PEREIRA, E.L.A. RIBEIRO, B.M.O. RAMOS, R.M. MORI, A.P. PINTO, F.B. MOREIRA* AND M.N. BONIN., 2007. Apparent digestibility and nitrogen use of diets with different levels of fresh orange pulp– arch. zootec. 56 (216): 907-917.

MOUJAHED N., KAYOULI C.;THEWIS A.; BECKERS Y. and REZGUI S.,2000 - Effets of multinutritional blocks and polyethylene glycol 4000 supplies on intake and by sheep fed acacia cyanophylla lindi. foliage- base diets. Animal feed science and technology 88. pp 219-238.

PASCUAL, J M. ; CARMONA, J F., 1980. Citrus pulp in diets for fattening lambs. Anim. Feed Sci. Technol., 5 (1): 11-22

PINZON, F.J. ; J.M. WING. 1975. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. J. Anim. Sci. 59 (6) : 1100.

PORCIONATO, M.A.F., T.T. BERCHIELLI, G.L. FRANCO, P. ANDRADE, R.N. SILVEIRA E W.V.B. SOARES., 2004Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. Rev. Bras. Zootecn., 33: 258-266.

PRESTON T.R. 1985 - Validity of feeding standards and development of feeding systems based on crop residues and agro-industrial by-products. In : Better use of crop residues and agro-industrial byproducts in animal feeding : Research guidelines - 1. State of knowledge Animal Production and Health Paper No 50 pp 197-213. FAO Rome

PRESTON, T.R and WILLIS, M.B., 1974. Intensive beef production. (2nd 1974 Edition). Pergamon press.

RIHANI, N. ; F. GUESSOUS ; M. EL FADILI, 1985. Valeurs nutritives comparées des pulpes sèches de betteraves et d'agrumes. 15eme Journées cle PANPA, Rabat-Maroc.

RIHANI, N., F. GUESSOUS ; W.L. JOHNSON, 1986. Nutritive value of dried citrus and beet pulps produced in Morocco (Abstr). J. Anim. Sci. 63 (Suppl.1) : 428.

RIHANI N. 1991a. Valeur alimentaire des sous-produits des agrumes en alimentation animale. Options méditerranéennes. Série séminaires, 16 :113-117.

RIHANI N,1991b, valeur alimentaire et utilisation des sous produits agrumes alimentation animale – options méditerranéennes série séminaire n 16 pp :119-133

SAHNOUNE. S., 1987. Traitement des pailles à l'ammoniac généré par l'urée : étude de la réaction d'uréolyse en milieu concentré et résultats à l'échelle d'exploitation. Mémoire de diplôme des études approfondies Université de Clermont II. 124p.

SANSOUSCY R., 1986. Manufacture of molasses urea blocks, World animal revue 57. pp 40-48.

SANSOUSCY R., ARTS G. et PRESION T.RT., 1988. Molasses urea blocks as amultinational supplement for ruminants. FAO, Animal production and health paper N°:72, pp263-278.

SCHAIBLY, G.E. ; J.M. WING, 1974. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. J. Anim. Sci. 38 (3) : 697-701.

SMETI S, ATTI, N, MAHOUACHI, M et MEDNINI, S., 2012. Effets de la nature du fourrage sur l'ingestion, la digestibilité et la croissance chez des agneaux en finition de races Barbarine et Noire de Thibar- Laboratoire de Production Animale et Fourragère, INRAT, 2049 Ariana, Tunisie. <http://www.lrrd.org/lrrd24/1/smet24012.htm>

SLAMANI Y (1992), Amélioration de la valeur nutritive de la paille traitée à l'urée par les complémentations. Mémoire d'ing Agro. INES Blida.

TABAI, S., 2008. Essai de fabrication de blocs multi nutritionnels à base de rebuts de dattes, de pédicelles, de paille d'orge et d'urée -Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Université KASDI Merbah- Ouargla.

TAHERTI M., 1985. Place potentielle des produits et sous produits agroindustriels dans l'alimentation animale. Mém. Ing. INA EL Harrach. 90 p.

VELLOSO, L.,1985. Uso da polpa citrica na alimentacao animal. Comun. Cient. Fac. Med. Vet. Zootec.Univ.Paulo. 9 (2) : 161.

VERITE, R. ; D. SAUVANT, 1981. Prévion de la valeur nutritive azotée des aliments concentrés pour les ruminants. In: Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. pp. 279.

WING, J.M., 1975. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. J. Dairy Sci. 58, 63–66.

XANDE A., 1978. Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton. Influence de la complémentation azotée et énergétique sur l'ingestion et l'utilisation digestive d'une paille d'orge. *Annales de Zootechnie*, 27 : 583 – 599.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Les sous produit agro-industriels.....	2
1.1. La pailles.....	2
1.1.1. Composition chimique.....	3
1.1.2. Valeur nutritive.....	4
1.1.3. Ingestibilité	5
1.2. Les pulpes d'agrumes.....	6
1.2.1. Caractéristique physiques.....	6
1.2.2. Composition chimique.....	7
1.2.3. Valeurs nutritive.....	8
* Digestion dans le rumen	8
* Valeurs énergétiques et azotés	10
1.3. La mélasse.....	10
1.3.1. Composition chimique.....	11
1.3.2. Valeurs nutritve.....	12
1.3.3. Valeur énergétique.....	12
1.3.4. Valeur azotée.....	13
1.4. l'urée.....	13
CHAPITRE 2 : Utilisation les sous-produits agro-industriels dans l'alimentation des ruminants.....	16
2.1. La paille.....	16
2.1.1. Principes d'utilisation de la paille.....	16
2.1.2. Recommandations liées à l'utilisation.....	17

2.1.3. Utilisation chez bovins.....	18
a) Utilisation de la paille de céréales par les vaches allaitantes.....	18
b) Utilisation de la paille de céréales par les vaches laitières.....	20
c) Utilisation de la paille par les animaux d'élevage, mâles et femelles à croissance modérée.....	20
2.1.4. Utilisation de la paille de céréales par les ovins.....	21
a) Exemples de rations pour brebis allaitantes	21
2.2. Les pulpes d'agrumes.....	22
2.3. La mélasse	25
* Recommandations liées à l'utilisation.....	26
2.4. l'urée.....	27
* Règles d'utilisation de l'urée.....	27
* L'utilisation de l'urée.....	28
* Les cas d'intoxication a l'urée.....	28
* Traitements des intoxications.....	28

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et Méthode

1-Objectif expérimental	29
2-Schéma général de l'expérimentation.....	29
3-Déroulement de l'expérimentation.....	31
4-Aliments utilisés.....	32
4-1- Sous produits.....	32
4-1-1- Paille de blé dur	32
4-1-2– Pulpes d'agrumes	33
4-1-3- Mélasse	33
4-1-4- Urée	33
4-2- Concentré composé	34
4.3- La ration totale mélangée	35
5-Les rations alimentaires testées.....	36

6-Méthodes d'analyses chimiques.	36
7- Calculs.....	36
7.1- Apports nutritifs des régimes alimentaires testés.....	36
7. 2- Ingétabilité	36
7. 3- Variation du poids vif des béliers et GMQ.....	37
7. 4- Calculs statistiques.....	37

Résultats et Discussion

1. Variation du poids vif et gains moyens quotidiens des agneaux.....	38
2. Composition chimique des sous produits et du concentré.....	39
2.1- Teneur en matière sèche.....	39
2.2- Teneur en matière organique.....	40
2.3- Teneur en cellulose brute.....	40
2.4- Teneur en matières azotées totales.....	41
2.5- Teneur en matières grasses.....	41
3. Ingétabilité	41
3.1. Ingétabilité de la paille et des compléments.....	41
3.2. Ingétabilité de la MS des rations étudiées.....	43
3.3. Ingétabilité de la MO des rations étudiées.....	44
3.4. Ingétabilité des MAT des rations étudiées.....	45
3.5. Ingétabilité de la CB des rations étudiées.....	45
4. Apports nutritifs des rations étudiées.....	46
4.1. Valeur nutritive des composants des rations alimentaires.....	46
4.2. Composition des rations alimentaires.....	47
4.3. Valeur nutritive des compléments.....	48
4.4. Apports énergétiques et azotés des régimes alimentaires testés.....	48
4.4.1. Apports énergétiques des régimes alimentaires testés.....	48
4.4.2. Apports azotés des régimes alimentaires testés.....	49

CONCLUSION

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE