



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche**  
**Scientifique**  
**Université Constantine 1**  
**Institut des Sciences Vétérinaires**



N° d'ordre :31/DS/2014  
N° de série :04/SVet/2014

# Thèse

**En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences**

## Les sous-produits de l'agriculture en Algérie

Soutenue publiquement par:  
M<sup>lle</sup> Lakhdara Nedjoua  
Directeur de thèse  
Pr Bererhi Hacène

**Devant le jury:**

Président: Dr Ouzrout R. (Professeur Centre Universitaire d'El Tarf)  
Rapporteur: Dr Bererhi H. (Professeur Institut des Sciences Vétérinaires-Université Constantine 1)  
Examineurs: Dr Belatrèche C. (Professeur en Médecine-CHU de Constantine-Université Constantine 3)  
Dr Mekroud A. (Professeur Institut des Sciences Vétérinaires-Université Constantine 1)  
Dr Kerrou M. (M.C Institut des Sciences Vétérinaires-Université Constantine 1)

2013/2014

## REMERCIEMENTS

*Je tiens à remercier en 1<sup>er</sup> lieu, Monsieur Bererhi Hacène, Professeur et Directeur de l'Institut des Sciences Vétérinaires de Khroub, Université I de Constantine de m'avoir guidé, orienté et encouragé tout le long de la préparation de ce mémoire.*

*Je tiens à remercier également Monsieur Ouzrout R, Professeur au niveau du Centre Universitaire d'El Tarf qui m'a fait l'honneur de présider le jury de thèse.*

*Je remercie Madame Benlatrèche C, Professeur au CHU de Constantine d'avoir acceptée d'évaluer mon travail.*

*Je remercie également Monsieur Mekroud A, Professeur à l'Institut des Sciences Vétérinaires de faire partie du jury de thèse.*

*Un grand merci à Monsieur Kerrou M, Maître de Conférences à l'Institut des Sciences vétérinaires d'avoir accepté de juger mon travail.*

*Je remercie Pr Maria Dolores Caro de l'Université polytechnique de Madrid et Pr Maria José Ranilla du Département de Production Animale, Ecole Vétérinaire de Léon de m'avoir accueillie comme un membre de leur équipe. Je l'ai remercié pour leur aide, leur support et leurs encouragements. Qu'elles trouvent ici l'expression de toute ma reconnaissance et ma gratitude*

*Je remercie Dr Marisa Tejido, Dr Martinez Eugénia, Dr Christina Saro, Mr Ivan Matéo, Mr Alexey Diez et M<sup>lle</sup> Ariadné de Cuba, et toute l'équipe du Département de Production Animale, Ecole vétérinaire de Léon, Espagne pour toute leur aide.*

*Je remercie Souha pour avoir contribué à la correction de cette thèse.*

*Je remercie Dr Bennazzouz Hamdani pour son aide, son soutien et ses précieux conseils.*

*Je remercie Dr Bensegueni Adlène pour son inestimable support tout le long de mon travail pratique.*

*Je remercie infiniment Mme Belakroum S pour sa contribution.*

*Je remercie dr Larbi Afoutni pour sa collaboration.*

*Je ne peux oublier Maria Francesca Gambin Villa et Luis Matias d'avoir été à mes côtés durant mes séjours en Espagne, leur amitié m'est très chère.*

*Un grand merci à Monsieur Kabouia R, de m'avoir permis d'effectuer la partie pratique au niveau de la ferme de l'Institut des Sciences Vétérinaires de Khroub.*

*Je remercie le personnel de la ferme pédagogique Hassen, Salim, Mostapha et Abdelhak pour toute leur aide et support tout le long de mon travail pratique.*

*Mes remerciements sont également adressés à tous les enseignants de l'Institut des Sciences Vétérinaires, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.*

## **DEDICACES**

*Je dédie ce travail à mon très cher père. Lui qui aimait tant les études et le domaine de recherches scientifiques. J'aurai tant aimé qu'il soit présent à mes cotés.*

*A ma très chère maman, avec tout mon amour.*

*A mes frères Hichem, Moncef et Amine, leur présence m'a été toujours très précieuse.*

*A ma chère et unique sœur Ibtissem.*

*A ma belle sœur Fouzia et mes petites nièces chéries Naila Malek et May Nada.*

*A Louma, Sophia, Lina et Sami.*

*A Sabri et Ilhem.*

*A mes tantes et oncles.*

*A Mme Benkhabchache Halima, toutes mes pensées pour elle.*

*A ma très chère amie Meriem Maza.*

*A Silvia.*

*A Eugenia Stathopoulos et Giorgos Visirakis.*

*A Souheila et Salima.*

*A Houda, Samia, Houria et Lilia.*

*A Manel, Manel, Soumiya, Maissa, Narimène et Doria.*

*A Amir, Ahmed, Chamssedine et Zakaria.*

*A Ilhem, Samira, Fouzia, Wassila, Chahra, Samia, Sabrina, Souad, Fatiha, Houda.*

*A Ilhem, Assia, Sabrina, Nacira, Nedjoua, Nedjma et Katiba.*

*A Mr Bennazzouz H et Mme Bennazzouz R.*

*A Mr Bouaziz O et Mme Bouaziz R.*

*A Hakim et sa petite famille.*

*A Soussou, Rossi, Zouleikha et la petite Dorssaf.*

*A mes cousins Tophia, Hocine et Hacène.*

*A ma chère cousine Hakima.*

*A mes chères amies Souha, Sabah et Souad qui ont tant partagé avec moi.*

*A ma chère cousine Amira et tout ce qu'elle représente.*

*A Hamoudi.*

## Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces	III
Table des matières	IV
Liste des tableaux	IX
Liste des figures	XIII
Liste des abréviations	XV
INTRODUCTION	
CHAPITRE. 1. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	1
1.1. Les aliments	1
1.1.1. Définition	1
1.1.2. Les constituants des aliments	1
1.1.2.1. L'eau	1
1.1.2.2. La matière sèche	4
1.1.2.2.1. Les substances minérales ou matières minérales	4
1.1.2.2.1.1. Classification	5
1.1.2.2.1.2. Les besoins des animaux en minéraux	5
1.1.2.3. La matière organique	6
1.1.2.3.1. Les glucides	6
1.1.2.3.1.1. Classification	7
1.1.2.3.1.2. La digestion des glucides et leur métabolisme dans le rumen	7
1.1.2.3.1.3. Fonctions et sources des glucides	9
1.1.2.3.2. Les lipides	10
1.1.2.3.2.1. Digestion et métabolisme des lipides dans le rumen	10
1.1.2.3.2.2. Les fonctions et sources des lipides	11
1.1.2.3.2.3. Valeur alimentaire des lipides	12
1.1.2.3.3. Les matières azotées	13
1.1.2.3.3.1. Classification	13
1.1.2.3.3.1.1. Les constituants non protéiques	13
1.1.2.3.3.1.2. Les constituants protéiques	13
1.1.2.3.3.2. La digestion et le métabolisme des protéines chez les ruminants	15
1.1.2.3.4. Les vitamines	17
1.1.2.3.4.1. Classification des vitamines	17
1.1.2.3.4.2. Les besoins des petits ruminants en vitamines	18
1.2. Les aliments du bétail	19
1.2.1. Aliments grossiers	19
1.2.1. La paille et le chaume	20
1.2.1.1. Définition	20
1.2.1.2. Répartition dans le monde	20
1.2.1.3. Production des céréales et des sous-produits en Algérie	20
1.2.1.4. Composition chimique de la paille	21
1.2.1.5. La valeur nutritive de la paille	22

1.2.1.6. La digestibilité de la paille	23
1.2.1.7. Utilisation	24
1.2.1.7.1. Dans l'alimentation des animaux	24
1.2.1.7.1.2. Autres utilisations de la paille	25
1.2.1.7. Amélioration de la valeur nutritive	25
1.2.2. Les aliments concentrés ou sous-produits agro-industriels (SPAI)	28
1.2.2.1. Généralités	29
1.2.2.2. Digestibilité et valeur nutritive des concentrés	30
1.2.2.3. Utilisation des concentrés	32
1.1.3. Les sous-produits de l'olivier (grignons d'olives)	32
1.1.3.1. Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier	32
1.1.3.1.1. La production oléicole dans le monde	32
1.1.3.1.2. La production oléicole en Algérie	32
1.1.3.2. Industrie oléicole	32
1.1.3.3. Les sous-produits des olives	34
1.1.3.4. Les grignons d'olives	35
1.1.3.4.1. Définition	35
1.1.3.4.2. Composition chimiques des grignons d'olives	35
1.1.3.4.2. Utilisation des grignons d'olives	36
1.1.3.4.3. La digestibilité et la dégradabilité des grignons	37
1.1.4. Les sous-produits du palmier dattier	40
1.1.4.1. Répartition géographique du palmier dattier (de la phoeniculture mondiale)	40
1.1.4.1.1. Dans le monde	40
1.1.4.1.2. Production des dattes en Algérie	42
1.1.4.2. Les noyaux de dattes	44
1.1.4.2.1. Description	44
1.1.4.2.2. Le dénoyautage	44
1.1.4.3. Composition chimique	45
1.1.4.4. Valeur nutritive des noyaux de dattes	45
1.1.4.5. Digestibilité des noyaux de dattes	46
1.1.4.6. Utilisation	46
1.1.4.6.1. Chez les bovins	47
1.1.4.6.2. Chez les ovins	48
1.1.4.6.3. Chez les camelins	48
1.1.4.6.4. Chez la volaille	48
1.1.5. Les pulpes d'agrumes	49
1.1.5.1. Répartition dans le monde	49
1.1.5.2. La Culture des agrumes en Algérie	49
1.1.5.3. Les sous-produits des agrumes	51
1.1.5.3.1. Les pulpes d'agrumes	52
1.1.5.3.1.1. Caractéristiques des pulpes d'agrumes	52
1.1.5.3.1.2. Conservation des pulpes d'agrumes	53

1.1.5.3.1.3. La composition chimique de la pulpe d'agrumes	53
1.1.5.3.1.4. Utilisation des pulpes d'agrumes	54
1.1.5.3.1.5. La digestibilité des pulpes d'agrumes	58
CHAPITRE. 2. MATERIELS ET METHODES	61
2.1. Aliments	61
2.1.1. Procédures analytiques	61
2.1.1.1. Teneur de la matière sèche	61
2.1.1.1.1. Appareils	61
2.1.1.1.2. Procédure	61
2.1.1.2. Teneur de la matière minérale	62
2.1.1.2.1. Appareils	62
2.1.1.2.2. Procédure	62
2.1.1.3. La teneur en matières azotées	62
2.1.1.3.1. Etape 1: Digestion ou minéralisation de l'échantillon	63
2.1.1.3.1.1. Appareils et réactifs	63
2.1.1.3.1.2. Procédure	63
2.1.1.3.2. Etape 2 : Distillation de l'ammoniac	63
2.1.1.3.2.1. Appareil et réactifs	64
2.1.1.3.2.2. Procédure	64
2.1.1.3.3. 3 <sup>ème</sup> étape: Titration de l'ammoniac	64
2.1.1.3.3.1. Réactifs et appareils	64
2.1.1.3.3.2. Calculs	65
2.1.1.4. Détermination des teneurs en Fibres (FDN, FDA, lignine)	65
2.1.1.4.1. Réactifs et Appareils	65
2.1.1.4.2. Procédure	66
2.2. Mesures de la digestibilité <i>in vitro</i> des aliments et des rations constituées	67
2.2.1. Objectif	67
2.2.2. Aliments et rations	67
2.2.2.1. Aliments	67
2.2.2.2. Les rations	67
2.2.2.3. Jus de rumen	67
2.2.3. Traitement	68
2.2.3.1.1. Milieu de culture	72
2.2.3.2. Procédure	73
2.3. Essai sur les animaux	75
2.3.1. Choix des animaux	75
2.3.2. Les aliments et composition des rations	75
2.3.3. Protocole d'expérimentation	75
2.3.3.1. Pesée	76
2.3.3.2. Prélèvements de sang	76
2.3.3.2.1. Mesure des paramètres biochimiques	76
2.4. Calculs et analyses statistiques	76

## CHAPITRE. 3. RESULTATS &amp; DISCUSSION

3.1. Composition chimique des aliments	77
3.2. Digestibilité <i>in vitro</i>	81
3.2.1. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, des noyaux de dattes et du concentré	81
3.2.1.1. Rations composées	81
3.2.1.2. Composition chimique des aliments et des rations composées	82
3.2.1.3. Paramètres de fermentations des rations contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes ou du concentré (100%)	83
3.2.1.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de concentré	86
3.2.2. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (rations 3)	88
3.2.2.1. Rations composées	88
3.2.2.2. Composition chimique des aliments et des rations composées	89
3.2.2.3. Paramètres de fermentations des rations contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes ou des pépins d'oranges (100%)	90
3.2.2.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de pépins d'oranges	92
3.2.2.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de pépins d'oranges	94
3.2.3. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (rations 3)	95
3.2.3.1. Rations composées	95
3.2.3.2. Composition chimique des aliments et des rations composées	96
3.2.3.3. Paramètres de fermentations des rations contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes ou des pépins de mandarines (100%)	97
3.2.3.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de pépins de mandarines	99
3.2.3.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de pépins de mandarines	101
3.2.4. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et de la pulpe sèche d'oranges	102
3.2.4.1. Rations composées	102
3.2.4.2. Composition chimique des aliments et des rations composées	103
3.2.4.3. Paramètres des fermentations dans les rations contenant de la paille de blé des noyaux de dattes et de la pulpe sèche d'oranges 100%	104
3.2.4.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de la pulpe sèche d'oranges	106
3.2.2.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de pulpe sèche d'oranges	109
3.2.5. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et des grignons d'olives	111

3.2.5.1. Rations composées	111
3.2.5.2. Composition chimique des aliments et des rations composées	112
3.2.5.3. Paramètres des fermentations dans les rations contenant de la paille de blé des noyaux de dattes et de grignons d'olives 100%	113
3.2.5.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de grignons d'olives	114
3.2.5.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de grignons d'olives	116
3.2.6. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, des pépins d'oranges, des pépins de mandarines, de la pulpe sèche d'oranges, des grignons d'olives, des noyaux de dattes et du concentré	118
3.2.7. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine de toutes les rations 100%	121
3.3. Évaluation des performances zootechniques chez des ovins	135
3.3.1. Essai 1- incorporation des grignons d'olives ou de la pulpe d'oranges dans la ration d'antennais ayant la paille de blé comme aliment grossier	135
3.3.1.1. Les aliments et leur quantité dans les rations	135
3.3.1.2. Composition chimique des aliments	136
3.3.1.3. Evolution du poids des animaux	137
3.3.1.4. GMQ des antennais	139
3.3.1.5. Paramètres biochimiques essai 1	141
3.3.2. Essai 2. Incorporation des noyaux de dattes dans des rations contenant de la paille de blé comme aliment grossier et des pulpes d'agrumes ou du concentré comme complément	143
3.3.2.1. Composition des rations	143
3.3.2.2. Composition chimique des rations	144
3.3.2.3. Evolution du poids	145
3.3.2.4. GMQ des antennais	146
3.3.2.5. Evolution du GMQ	146
3.3.2.6. Paramètres biochimiques essai 2	148
3.3.3. Evolution des poids et des GMQ des animaux (toutes les rations)	150
3.3.3.1. Evolution des poids des animaux (toutes les rations)	150
3.3.3.2. Evolution des GMQ des animaux (toutes les rations)	151
3.3.3.3. GMQ moyen des rations	153
3.3.3.4. Paramètres biochimiques du sang des animaux (toutes les rations)	155
CONCLUSION GENERALE	163
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	166

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau. 1.</b> Les composants de la matière organique, des glucides, lipides et des matières azotées	2
<b>Tableau. 2.</b> Composition chimique moyenne de la paille de blé (en % MS)	21
<b>Tableau. 3.</b> Valeur alimentaire des pailles	22
<b>Tableau. 4.</b> Quelques exemples de variations de la digestibilité des pailles et des quantités qui sont volontairement ingérées (mesures effectuées sur moutons)	24
<b>Tableau.5.</b> Principales caractéristiques des concentrés (valeur nutritive, digestibilité de la matière organique et MAD)	30
<b>Tableau. 6.</b> La production végétale de la campagne de 2005/2006	
<b>Tableau. 7.</b> Composition chimique des grignons d'olives	36
<b>Tableau. 8.</b> Principaux résultats de digestibilité <i>in vivo</i> des différents types de grignons d'olives	39
<b>Tableau. 9.</b> Classement des pays les plus producteurs de dattes dans le monde	41
<b>Tableau. 10.</b> Composition des noyaux de dattes	46
<b>Tableau. 11.</b> La composition chimique des pulpes d'agrumes selon plusieurs auteurs	54
<b>Tableau. 12.</b> Digestibilité apparente des constituants des sous-produits des pulpes d'agrumes	60
<b>Tableau. 13.</b> Distribution des aliments dans les bouteilles de fermentation	68
	75
<b>Tableau. 14.</b> Composition des rations	
<b>Tableau. 15.</b> Composition chimique des différents aliments	77
<b>Tableau. 17.</b> Composition chimique (g/100 g MS) des aliments et des rations expérimentales	82
<b>Tableau. 18.</b> pH final, production des acides gras volatils (AGV), gaz et méthane, concentration d'H <sub>3</sub> -N et matière organique apparemment fermentée (MOAF) après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de concentré dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal 24 h (n=4)	83

<b>Tableau. 19.</b> pH final, production des acides gras volatils (AGV), gas et méthane, concentration d' $\text{NH}_3\text{-N}$ et matière organique apparemment fermentée (MOAF) après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et des échantillons de concentré dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24h (n=4)	86
<b>Tableau. 20.</b> Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille et des rations PB, MIX, PO et P+PO (différentes proportions)	89
Tableau. 20. Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes, de pépins d'oranges dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h	90
<b>Tableau. 21.</b> Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de pépins d'orange dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h (n=4)	92
<b>Tableau. 22.</b> Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de pépins d'orange dans des bouteilles de cultures d'un mélange ruminal de microorganismes durant 24 h (n=4)	94
<b>Tableau. 23.</b> Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille et rations PB, MIX, PM et PPM (différentes proportions)	96
<b>Tableau. 24.</b> Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, de pépins de mandarines dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h	97
<b>Tableau. 25.</b> Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation <i>in vitro</i> des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de PM dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h	99
<b>Tableau. 26.</b> Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de pépins de mandarines	101
<b>Tableau. 27.</b> Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille et	103

les autres aliments (60/40MIX) PB, MIX, PSO et MIXPSO (différentes proportions)

**Tableau. 28.** Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, de pulpe sèche d'oranges dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h 104

**Tableau. 29.** Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de la PSO dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h 106

**Tableau. 30.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de pulpe sèche d'oranges 109

**Tableau. 31.** Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille de blé et les autres aliments (60/40MIX) PB, MIX, GO et P+GO (différentes proportions) 112

**Tableau. 32.** Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, des grignons d'olives dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h 113

**Tableau. 33.** Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de grignons d'olives dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h 114

**Tableau. 34.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de grignons d'olives 116

**Tableau. 35.** Production des acides gras volatils (AGV) après fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, des pépins d'oranges, des pépins de mandarines, de la pulpe d'oranges et des grignons d'olives dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h 119

**Tableau. 36.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine de toutes les rations 121

<b>Tableau. 37.</b> Composition chimique des aliments et des rations (g/100g MS)	135
<b>Tableau. 38.</b> Poids des antenais ayant comme rations 60 PB, 60 GO, 60 PPFO	136
<b>Tableau. 39.</b> Le poids moyen et le GMQ des animaux selon les rations distribuées	137
<b>Tableau. 40.</b> Evolution du GMQ des antenais durant l'essai	138
<b>Tableau. 41.</b> Calcium, glucose, protéines et urée du sérum des antenais ayant comme rations 60 PB, 60PGO, 60 PPFO	141
<b>Tableau. 42.</b> Composition des rations (essai 2)	143
Tableau. 43. Composition chimique (g/100g Matière sèche) des aliments	144
<b>Tableau. 44.</b> Poids des antenais en (kg) ayant des rations contenant de la 60PB ou 60MIX avec des noyaux de dattes	145
<b>Tableau. 45.</b> Evolution du GMQ durant l'essai2	146
<b>Tableau. 46.</b> Ca, glucose, protéines et urée selon les différentes rations	148
<b>Tableau. 47.</b> Evolution du poids des antenais selon les rations	150
<b>Tableau. 48.</b> Evolution des GMQ par animal et par ration (g/j)	151
<b>Tableau. 49.</b> GMQ moyen selon les rations	153
<b>Tableau. 50.</b> Taux de Ca sérique des animaux ingérant différentes rations	155
<b>Tableau. 51.</b> Taux de protéines sérique des animaux ingérant différentes rations	156
<b>Tableau. 52.</b> Taux de glucose sérique des animaux ingérant différentes rations	157
<b>Tableau. 53.</b> Taux de l'urée sérique des animaux ingérant différentes rations	158
<b>Tableau. 54.</b> Tableau récapitulatif des moyennes des paramètres biochimiques des rations	159

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure. 1.</b> Production des dates dans le monde	42
<b>Figure. 2.</b> Production des dates dans le monde	43
<b>Figure. 3.</b> Digestibilité de la MS, FDN, FDA, lignine des rations composées de concentré	122
<b>Figure. 4.</b> Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins d'oranges (PO)	123
<b>Figure. 5.</b> Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins d'oranges (PO)	124
<b>Figure. 6.</b> Digestibilité de la MS, FDN, FDA, lignine des rations composées des pépins d'orange ou des pépins de mandarines	125
<b>Figure. 7.</b> Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (PM)	126
<b>Figure. 8.</b> Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (PM)	127
<b>Figure. 9.</b> Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pulpe sèche d'oranges (PSO)	128
<b>Figure. 10.</b> Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pulpe sèche d'oranges (PSO)	129
<b>Figure. 11.</b> Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de grignons d'olives (GO)	130
<b>Figure. 12.</b> Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de grignons d'olives (GO)	131
<b>Figure. 13.</b> Digestibilité de la MS, FDN, FDA, lignine des rations composées de la pulpe sèche, d'oranges, des grignons d'olives	132
<b>Figure. 14.</b> Paramètres de fermentation des aliments composants les différentes rations à 100%	133
<b>Figure. 15.</b> Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) résultants de fermentations des aliments (100%)	134
<b>Figure. 16.</b> Evolution du poids des animaux ingérant la paille+concentré (60PB)	161
<b>Figure. 17.</b> Evolution du poids des animaux ingérant la paille+grignons d'olives (60PGO)	
<b>Figure. 18.</b> Evolution du poids des animaux ingérant la paille+pulpe fraîche d'oranges (PPFO)	
<b>Figure. 19.</b> Evolution du poids des animaux ingérant la paille+pulpe fraîche	

d'oranges+noyaux de dattes (PMIXPFO)

**Figure. 20.** Evolution du poids des animaux ingérant la paille+concentré+noyaux de dattes (60MIX) 162

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

AGV: acides gras volatils  
CB : cellulose brute  
CUDa: coefficient de la digestibilité apparente  
DMO: digestibilité de la matière organique  
ED: énergie digestible  
FDN: fibres au détergent neutre  
FDA: fibres au détergent acide  
GMQ: gain moyen quotidien  
MAD: matières azotées digestibles  
MAT: matières azotées totales  
MM: matière minérale  
MO: matière organique  
MS: matière sèche  
PB: protéines brutes  
PDI: protéines digestibles intestinales  
PDIE: protéines digestibles intestinales énergie  
PDIN: protéines digestibles intestinales nitrogène  
PV: Poids vif  
SPAI: Sous-produits agro industriels  
UFL: Unité fourragère lait  
UFV : Unité fourragère viande

## INTRODUCTION

En Algérie, l'amélioration du revenu des citoyens et les changements observés dans les habitudes alimentaires plaident pour une croissance de la demande des produits d'origine animale. C'est ainsi que l'objectif national en matière d'élevage vise l'autosuffisance en ces produits (**MADR. 2003**).

Cependant, Les principales contraintes qui affectent les systèmes de productions sont :

- un milieu difficile, caractérisé par une variabilité climatique annuelle et saisonnière et des ressources naturelles mal exploitées.
- un niveau de disponibilités alimentaires très aléatoire, lié aux parcours, aux jachères et aux sous-produits de la céréaliculture avec en général un déficit alimentaire prononcé en année de pluviométrie défavorable (**MADR. 2003**).

L'alimentation des ovins en Algérie est basée sur les produits de la céréaliculture (foin, orge, paille, et jachère) et sur les résidus de récoltes.

L'accroissement des niveaux de production aussi bien spectaculaire dans les domaines des légumes frais (et de la pomme de terre en particulier) que pour ceux des fruits à noyaux ou à pépins et des dattes (**Abis et al., 2009**), permet de penser à d'autres ressources alimentaires pour les animaux à l'instar des sous-produits de l'industrie agro-alimentaire tels que les pulpes d'agrumes, les grignons d'olives, les déchets de légumes, les résidus de dattes.

L'utilisation des sous-produits de l'agro industrie peut constituer une bonne alternative aux produits de la céréaliculture.

L'objectif de cette étude est de remplacer le concentré par des sous-produits de l'agro industrie, aliments bons marchés en comparaison au prix du concentré et d'étudier leur effet sur les fermentations *in vitro*, sur le GMQ et sur les paramètres biochimique du sang des animaux.

Ce travail a été structuré en trois parties :

- un premier chapitre constitue une synthèse bibliographique.
- un deuxième chapitre décrit : les méthodes d'analyses des aliments (teneurs en MM, MO, MAT, FDN, FDA et lignine), le protocole des fermentations (mesure de la digestibilité *in vitro* des rations composées), et la conduite de l'essai sur des animaux (GMQ, paramètres biochimiques du sang).
- un troisième chapitre, consacré à la discussion des résultats obtenus lors de ces expérimentations.

## **CHAPITRE. 1. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **1.1. Les aliments**

#### **1.1.1. Définition**

Un aliment est un mélange de différents produits (**Dumonteil. 1966**) ingéré par les animaux et apportant tout ce qui est nécessaire comme énergie et nutriments à leur ration. Un aliment unique est généralement incapable de faire face, seul, à l'ensemble des besoins nutritionnels pour l'entretien et les différentes productions. C'est la raison pour laquelle plusieurs aliments sont associés au sein d'une ration (**Drogoul et al., 2004**).

Les aliments seront caractérisés par les résultats de leurs analyses chimiques et par leur groupe d'appartenance typologique (**Sauvant. 2005**).

L'analyse des aliments permet la caractérisation des aliments et la mesure de la teneur de leurs principaux constituants.

#### **1.1.2. Les constituants des aliments**

Tous les aliments sont constitués des mêmes composants comme le rapporte **Delteil. (2004)** dans le tableau 1. Ces éléments sont : l'eau, la matière minérale, la matière organique (glucides, lipides, matières azotées et vitamines) (**Delteil. 2004 ; Saha. 2013**).

##### **1.1.2.1. L'eau**

L'eau représente un pourcentage très variable selon les aliments:

- 78 à 92% dans les betteraves fourragères (8 à 22% de MS).
- 70 à 88% dans l'herbe verte (12 à 30% de MS).

**Tableau. 1.** Les composants de la matière organique, des glucides, lipides et des matières azotées (Delteil. 2004)

	Eau				H <sub>2</sub> O
Matière Brute	MS	MM		Macro éléments	Calcium, phosphore, magnésium, potassium, sodium, chlore, soufre
				Oligo éléments	Manganèse, zinc, cobalt, iode, sélénium
	MO	Glucides	Cytoplasmiques	Pentoses (riboses, désoxyribose), Hexoses (glucose, fructose)  Saccharose : maltose, lactose, mélibiose. Fructosanes (polymère de fructose) -Amidon	
			Pariétaux	Cellulose, hémicellulose, substances pectiques  Lignine (composés phénoliques)	
		Lipides	Lipides	Glycérides	

					Stérols Cérides
			Matières azotées	Matières azotées protidiques	Acides aminés libres Combinaison d'acides aminés (peptides, polypeptides, protéines)
				Matières azotées non protidiques	Amides (urée) Amines Ammoniac Bases azotées
			Vitamines	Liposolubles	Vitamines des groupes A, D, E et K
				Hydrosolubles	Vitamines des groupes B et C
*Le lactose est d'origine animale mais sa composition diholoside le rapproche des glucides					

- 50 à 80% dans les ensilages (20 à 50% de MS).

- 15 à 20% dans les foin et les graines (80 à 85% de MS).

Du fait de ces grandes variations, la comparaison de la valeur des aliments n'est possible qu'exprimée par kg de MS et non par kg de produit brut (**Soltner, 2008**).

### **1.1.2.2. La matière sèche**

La matière sèche est composée de la matière organique et de la matière minérale, obtenue par dessiccation de l'aliment. La matière sèche est le résidu sec (Drogoul. 2004 ; Delteil. 2004; Saha et al., 2013).

#### **1.1.2.2.1. Les substances minérales ou matières minérales**

Elles existent dans les aliments tantôt sous forme de sels libres, tantôt sous forme d'atomes combinés à des substances organiques (Soltner. 2008).

Les matières minérales (MM), appelées également cendres, sont les résidus laissés après calcination de la matière sèche (Drogoul. 2004).

La masse qui a disparu lors de la calcination est appelée matière organique (Drogoul. 2004).

Les minéraux sont recommandés pour assurer les importantes fonctions organiques des animaux (Underwood et Suttle. 1999). Ils peuvent être : - des composants structuraux, des organes et tissus, comme l'os et les dents, -des éléments constituant les fluides du corps.

Les minéraux peuvent être des électrolytes et jouer un rôle physiologique important dans la pression osmotique, la balance acido-basique, la perméabilité de la membrane, la transmission nerveuse, la régulation des divisions cellulaires et dans leur différenciation (Underwood et Suttle. 1999). Les minéraux peuvent également jouer le rôle de cofacteurs, coenzymes, qui participent dans beaucoup d'activités du corps.

Quelques minéraux peuvent également rentrer dans la composition de certaines hormones (McDowell. 2003; NRC. 2005).

#### **1.1.2.2.1.1. Classification**

Selon leur abondance, on distingue:

- les macroéléments ou minéraux majeurs: ce sont les minéraux nécessaires en grandes quantités, ce sont majoritairement les chlorures, les phosphates, les sulfates, les carbonates de calcium, le magnésium et le potassium **(NRC. 2005; Soltner. 2008)**.

- les microéléments ou oligoéléments sont retrouvés à des concentrations faibles dans le corps qui n'a besoin que de petites quantités.

Ce sont : le fer, le cuivre, le cobalt, le manganèse, l'iode, le zinc, le sélénium **(Soltner. 2008)**. Il y a 13 autres éléments qui sont considérés comme essentiels sous certaines conditions et pour certaines espèces d'animaux et qui sont représentés par le chrome, le molybdène, le nickel, le fluor, l'arsenic, le lithium, le rubidium,...etc. **(NRC. 2005)**.

#### **1.1.2.2.1.2. Les besoins des animaux en minéraux**

Plusieurs éléments minéraux essentiels sont retrouvés en quantités suffisantes dans les rations typiquement ingérées par les petits ruminants. Par ailleurs, d'autres éléments, sont toujours déficients dans les rations et doivent être complétés pour optimiser les performances des animaux et les maintenir en bonne santé.

C'est pourquoi, seule la détermination des besoins des animaux en ces éléments n'est pas suffisante, elle est conditionnée aussi par les niveaux maximums tolérables (un seuil limite des minéraux, qui quand distribués pour une période définie de temps ne peut affecter les performances des animaux) **(NRC. 2005)**.

La concentration des minéraux dans les ressources alimentaires varient largement selon le type d'aliment et l'espèce végétale. La teneur des rations en

minéraux peut être affectée par le type de production ainsi que par les pratiques de management. Le type du sol, le pH comme les pratiques de fertilisation et les conditions climatiques affectant la croissance et la maturité des plantes, peuvent diminuer la teneur des minéraux.

La biodisponibilité des minéraux présents dans les aliments est une considération importante dans l'établissement d'un régime adéquat (**Ammerman et al., 1995**).

### **1.1.2.3. La matière organique**

Caractérisée par la présence de carbone, associée à l'hydrogène, à l'oxygène, parfois à l'azote, et à de petites quantités de phosphore et de soufre.

Les composants de la matière organique sont des glucides, des lipides et des matières azotées (**Drogoul. 2004**).

Les matières hydrocarbonées ou composés ternaires formés en majeure partie de carbone, d'oxygène et d'hydrogène (C, H, O). Ce sont:

- les glucides (sucre, amidon, cellulose).
- les lipides (matières grasses).

#### **1.1.2.3.1. Les glucides**

Les glucides sont des substances fournissant de l'énergie. Ils sont retrouvés dans les aliments et forment un large et diverse groupe de composés qui sont généralement: les monosaccharides (sucres simples comme aldopentose et aldohexose), les oligosaccharides (contenant 2 à 10 unités de sucres) liés par des liaisons glucosidiques et les polysaccharides (chaînes longues dont les unités de grand poids moléculaire comme la cellulose, hémicellulose, amidon et pectine) (**NRC. 2007**). Parallèlement, ils peuvent être divisés en deux groupes: les

glucides structuraux (fibres provenant des parois des cellules végétales) et les glucides non structuraux (sucres et amidon provenant du contenu des cellules végétales) (Wright et Lackey. 2008).

#### **1.1.2.3.1.1. Classification**

Les glucides sont classés en glucides pariétaux ou structuraux et des glucides cytoplasmiques.

Les glucides pariétaux ou structuraux : sont les constituants des parois des cellules végétales (Drogoul. 2004; Soltner. 2008). On distingue les glucides proprement dit (polyosides) et les constituants non glucidiques qui leur sont associés (lignine) (Drogoul. 2004). On dénombre 3 groupes de polyosides: la cellulose, les hémicelluloses et les substances pectiques (Drogoul. 2004).

Par opposition aux glucides pariétaux, les glucides cytoplasmiques (non structuraux) sont contenus dans les cellules végétales et sont plus facilement digestibles (Soltner. 2008).

Les glucides intracellulaires sont constitués de sucres hydrosolubles, de grains d'amidon et de fructosanes. Les sucres hydrosolubles représentent en général moins de 10% de la MS des aliments d'origine végétale, à l'exception de quelques graminées ou (poacées) jeunes, des betteraves et de la mélasse qui en sont plus riches. Ils sont mis en réserve dans les plastes des cellules végétales (amiloplastes). Les fructosanes s'accumulent à la base des tiges des graminées (Drogoul. 2004).

#### **1.1.2.3.1.2. La digestion des glucides et leur métabolisme dans le rumen**

Le facteur clé influençant l'intensité et le modèle des fermentations ruminales est la nature des glucides, ces derniers forment la plus importante source d'énergie pour les microbes ainsi que pour l'hôte (Sutherland. 1988).

Les glucides solubles du matériel végétal, particulièrement les glucides simples sont rapidement métabolisés dans le rumen et entraînent fréquemment des fermentations à dominance propionique chez l'animal hôte.

Par contre, les glucides pariétaux des végétaux sont plus lentement fermentés avec des fermentations acétiques dominantes. L'amidon est rapidement digéré dans le rumen malgré que sa digestion soit moins rapide que pour les sucres simples.

De l'augmentation de la distribution des glucides solubles résulte une intensification des fermentations, une augmentation de la synthèse de l'acide propionique et une augmentation de la synthèse des protéines microbiennes qui est conditionnée par un apport d' $\text{NH}_3$  dans le rumen (Dove et Milne. 1994 ; Trevaskis et al., 2001). Cependant, la fermentation rapide des glucides solubles peut réduire également le pH du rumen au point où la fréquence des fermentations des glucides pariétaux est diminuée. Selon leur type, l'ultime destin des glucides végétaux est d'être dégradés en glucides constituants et puis fermentés en AGV via le pyruvate (Arnysen et Bryden. 1998). Les AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) comptent pour 50-70% de l'énergie digestible ingérée.

L'augmentation du rapport acide acétique/acide propionique dans le rumen, peut réduire l'efficacité de l'utilisation de l'énergie métabolisable (EM) et la production des protéines microbiennes (Dove et Milne. 1994). Corbett. (1987) a suggéré que quand ce rapport excède 3:1, la fourniture de l'énergie facilement disponible peut être considérée comme un facteur limitant la synthèse microbienne protéique.

La production protéique pour les microbes du rumen peut-être directement reliée à la concentration propionique du rumen (Dove et Milne. 1994 ; Trevaskis et al., 2001).

#### **1.1.2.3.1.3. Fonctions et sources des glucides**

Le rôle secondaire des glucides alimentaires est de fournir l'énergie en premier, à la population microbienne du rumen et deuxièmement à l'hôte. Un autre rôle moins évident des glucides est d'aider au maintien de l'environnement du rumen, qui est soutenu par la consommation des aliments fibreux.

Les polysaccharides structuraux forment le plus grand volume des glucides alimentaires chez les petits ruminants, consommant du fourrage ou des rations à base de fourrage. Cependant dans les systèmes intensifs, les rations riches en concentré sont fréquemment utilisées, et dans ces rations, l'amidon des graines de céréales fournit la majorité de l'énergie alimentaire. Les ruminants ingérant des fruits et des plantes avec une teneur élevée en contenu cellulaire et peu de glucides pariétaux vont avoir un profil glucidique plus élevé en monosaccharides et en amidon (NRC. 2007).

### **1.1.2.3.2. Les lipides**

Les lipides sont des substances hydrophobiques, solubles dans les solvants organiques. Les principaux lipides qui jouent un rôle important dans la nutrition des animaux sont les acides gras. Par conséquent, la détermination de la teneur des acides gras dans un aliment, est une méthode préférable dans l'analyse des lipides (Palmquist et Jenkins. 2003).

#### **1.1.2.3.2.1. Digestion et métabolisme des lipides dans le rumen**

Les lipides des aliments consommés par les petits ruminants, sont altérés dans le rumen avant même qu'ils soient disponibles au métabolisme.

L'étape initiale dans la transformation ruminale des lipides alimentaires est l'hydrolyse des liaisons esters par les enzymes lipolytiques microbiennes, pour libérer le glycérol et les acides gras libres (Jenkin. 1993). Le glycérol peut-être métabolisé par les microorganismes du rumen pour produire des AGV (Nagaraja et al., 1997).

Lorsqu'ils sont libérés comme acides gras libres, les acides gras insaturés sont sujets à une biohydrogénation par les bactéries du rumen. Le produit de la biohydrogénation compte 18 carbones, qui est l'acide stéarique. Cependant, de l'hydrogénation résulte la formation d'isomères conjugués d'acide linoléique, linoléique et de nombreux isomères de l'acide oléique.

Beaucoup de facteurs sont liés à la biohydrogénation comme la maturité du fourrage (Gerson et al., 1985 ; 1986), les espèces fourragères, les méthodes de production (De Whurst et al., 2003), la proportion du fourrage par rapport au concentré dans la ration (Kucuk et al., 2001) et la teneur en nitrogène (Gerson et al., 1985; 1983) qui affectent le degré du métabolisme des acides gras alimentaires.

La nature des lipides synthétisés par les microorganismes du rumen est d'une grande importance, à cause de la contribution microbienne à la formation des composants des lipides disponibles pour l'animal hôte dans le digesta post ruminal. **Chikunya et al. (2004)** ont estimé qu'environ 30% des acides gras atteignant le duodénum proximal étaient d'origine microbienne. La néo synthèse des lipides par la population microbienne se déroule dans le rumen et les acides gras libres peuvent être incorporés dans les microorganismes au cours de la synthèse cellulaire (**Harfoot et Hazelwood. 1997**). Cependant la fréquence de la néo synthèse des acides gras tend à diminuer quand la quantité des lipides exogènes s'élève (**Demeyer et al., 1978**).

#### **1.1.2.3.2.2. Les fonctions et sources des lipides**

Les lipides ont trois fonctions basiques dans l'organisme : une fonction structurelle, une fonction de régulation et une autre nutritionnelle.

La fonction structurelle des lipides est de contribuer à la composition des membranes cellulaires. La fonction de régulation est liée aux hormones. Du point de vue nutritionnel, les lipides ont des valeurs énergétiques élevées en comparaison aux autres composés des aliments. Et par ailleurs, ils représentent les plus importants réservoirs de stockage de l'énergie chez l'animal. Le principal rôle des lipides de la ration est de fournir à l'animal, une source énergétique concentrée.

Les ruminants obtiennent les acides gras à partir de la ration et à travers la néo synthèse. Dans les aliments, les acides gras sont présents sous forme de triacylglycérole ou bien ils font partie des composés lipidiques comme les phospholipides et les glucolipides. Les lipides qui prédominent dans les fourrages sont les phospholipides et les glucolipides et contiennent 50% d'acides gras alors que les lipides des graines contiennent de 70 à 80% d'acides gras contre 90% d'acides gras dans les graines oléagineuses (**Palmquist. 1988**).

Le tissu adipeux des animaux qui ne sont pas en lactation est le principal site de synthèse des acides gras alors que le site prédominant de la néo synthèse des acides gras, se localise dans la glande mammaire chez les animaux en lactation.

La néo synthèse des acides gras peut-être altérée par la nutrition (**Andersen et al., 1996**), le stade physiologique de la production (**Mc Namara et Hillers. 1986 ; Smith et Walsh. 1988**) et par le manque de l'approvisionnement en acides gras alimentaires (**Chilliard. 1993 ; Mc Namara et al., 1995 ; Ahmadi et al., 2002**).

#### **1.1.2.3.2.3. Valeur alimentaire des lipides**

Quand les lipides sont ajoutés, l'énergie disponible pour le métabolisme est de 85-90% de l'estimation théorique.

Il y a une baisse attendue dans la valeur énergétique associée avec la réduction de la digestibilité intestinale des acides gras quand le niveau des lipides complémentés augmente.

L'addition des lipides dans la ration peut exercer des actions antimicrobiennes (**Jenkin. 1993**), affectant par conséquent, les fermentations ruminales et la digestibilité de la ration (**Palmquist et Jenkins. 1980**).

La digestibilité des glucides structuraux diminue d'environ 25% chez les animaux ingérant 25% de lipides ajoutés (**Ikwegbu et Sutton. 1982**).

Les lipides sont des composés très énergétiques. (**Chilliard et al., 1993**) ont rapporté que la complémentation de la ration avec 3.9% fournissait 9 fois plus d'énergie en comparaison avec les autres rations témoins.

Néanmoins, l'effet négatif des lipides sur les fermentations ruminales, limitent leur incorporation dans les rations des ruminants à 16-20% de l'EM (**Palmquist. 1994**).

### **1.1.2.3.3. Les matières azotées**

Les ruminants ont la capacité de synthétiser des protéines microbiennes dans le rumen à partir des matières azotées non protéiques et à partir d'une partie des protéines alimentaires et de leur métabolisme azoté (NRC. 2007). D'où la nécessité d'aborder les matières protéiques et les matières azotées non protéiques quand on veut parler de la valeur protéique des aliments.

#### **1.1.2.3.3.1. Classification**

##### **1.1.2.3.3.1.1. Les constituants non protéiques**

Les constituants azotés non protéiques, extraits au laboratoire par l'éthanol à 80% puis de l'eau, sont situés dans les vacuoles des cellules vivantes. Ils sont abondants dans les tissus conducteurs de l'appareil végétatif ainsi que dans les racines. Ils représentent 15-25% des fourrages verts. Ce pourcentage est plus élevé dans les tiges que les feuilles, les légumineuses plus que les graminées. Ce sont surtout des amides et des acides aminés libres en général non indispensable (Fauconneau. 1960) mais aussi des amines et des nucléotides.

L'une des caractéristiques des matières azotées non protéiques est de diffuser très rapidement dans le rumen. Ce sont avec l'urée endogène, les sources azotées les plus rapidement disponibles pour la population microbienne. Dans le rumen, sous l'action de la flore microbienne, elles vont être dégradées en ammoniac (Jarrige. 1980).

##### **1.1.2.3.3.1.2. Les constituants protéiques**

Les protéines des fourrages verts sont localisées pour l'essentiel dans les cellules chlorophylliennes. On distingue :

- Les protéines insolubles, présentes dans les membranes de la cellule ou des organites associés à elles.
- Les protéines solubles, présentes dans le cytoplasme et à l'intérieur du chloroplaste. Ces protéines vont passer en solution dans le liquide du rumen dès que la membrane de la cellule a été rompue par la mastication ou par les enzymes cellulolytiques (**Reid et al. 1962 cités par Jarrige. 1980**).

Il existe aussi dans certaines espèces fourragères, des protéines liées à des composés phénoliques qui les protègent de la dégradation microbienne. Les fermentations protéiques dans le rumen sont également influencées par le mode de récolte et de la conservation des fourrages verts (**Gouet et al., 1965 cités par Jarrige. 1980**).

Les céréales sont caractérisées par 4 groupes de protéines selon leur solubilité (**Mosse. 1968 cité par Jarrige. 1980**).

- Les albumines et les globulines solubles dans les solutions salines diluées. Ce sont principalement des protéines cytoplasmiques ou métaboliques.
- Les prolamines et les glutamines, insolubles dans ces solutions, sont les protéines de réserve accumulées dans l'albumen et destinées à nourrir l'embryon et la plantule. Elles représentent la plus grande proportion du grain, 90% du blé et du maïs, 80% de l'orge (**Jarrige. 1980 ; Soltner. 2008**).

Concernant les légumineuses, les protéines de réserve sont surtout constituées par des globulines solubles localisées dans les cotylédons.

La dégradation accrue des protéines métabolisables peut-être limitée par le tannage ou le traitement à l'aldéhyde (formol) qui protège ainsi les protéines de la désamination dans le rumen (**Zelter et al., 1970 cités par Jarrige. 1980**).

#### **1.1.2.3.3.2. La digestion et le métabolisme des protéines chez les ruminants**

Chez les ruminants, la digestion des matières azotées se déroule en premier lieu dans le rumen : le rumen est en effet, le lieu de dégradation des matières azotées et de synthèse des protéines microbiennes.

1<sup>ère</sup> étape de dégradation : les matières azotées non protéiques et une partie des protéines (métaboliques) vont subir une dégradation et se transformer principalement en ammoniac  $\text{NH}_3$  par les enzymes de la microflore (**Soltner. 2008**).

Une partie des protéines qui ne peuvent être dégradées par les enzymes microbiennes (protéines insolubles) passent directement dans l'intestin grêle sous forme de protéines digestibles alimentaires intestinales.

2<sup>ème</sup> étape de synthèse : à partir d'une partie des glucides, de l'ammoniac issu de la dégradation microbienne, les microorganismes vont synthétiser leurs propres protéines. L'ammoniac en excès est absorbé à travers les parois du tube digestif avec deux destinations. Une partie recyclée dans la salive et qui retournera dans le rumen. Une autre partie sera recyclée en urée par le foie et éliminée dans les urines donc perdue (**Soltner. 2008**).

La digestion des matières azotées se poursuit dans l'intestin grêle.

L'objectif dans la couverture des besoins protéiques des ruminants est d'optimiser les contributions des protéines microbiennes et alimentaires qui échappent à la dégradation microbienne pour fournir les acides aminés disponibles.

Historiquement les protéines brutes et les protéines digestibles étaient utilisées pour exprimer les besoins protéiques des petits ruminants. Actuellement, le système des protéines métabolisables est désigné comme étant la méthode la plus appropriée pour définir les besoins des animaux en protéines (**NRC. 2007**).

Les protéines métabolisables sont définies comme des protéines vraies, qui dérivent de la combinaison des protéines microbiennes et alimentaires qui sont digérées dans l'intestin grêle et à partir des quelles les constituants des acides aminés sont absorbés dans l'intestin. Des contributions mineures à partir des protéines endogènes (cellules épithéliales) peuvent être notées mais elles ne sont pas toujours considérées dans les systèmes des protéines métabolisables.

Les protéines digestibles sont basées sur la quantité des protéines absorbées à partir de l'intestin grêle qui sont largement déterminées par les facteurs influençant la synthèse des protéines microbiennes et le flux ruminal des protéines alimentaires intactes.

Le plus important facteur influençant la synthèse des protéines microbiennes est la disponibilité de l'énergie ou de la matière organique **(NRC.2007)**.

#### **1.1.2.3.4. Les vitamines**

Les vitamines sont un groupe de composés organiques complexes qui sont essentiels dans le métabolisme normal et les processus physiologiques. Les vitamines ont des fonctions diverses participant dans beaucoup de processus métaboliques, de fonctions immunitaires des cellules et dans la régulation des gènes. Une carence d'une vitamine peut provoquer des signes cliniques spécifiques et des symptômes de déficiences subcliniques peuvent subvenir dans lesquels les symptômes ne sont pas évidents. Mais la productivité animale ou l'état de santé est moindre (McDowell. 2000).

##### **1.1.2.3.4.1. Classification des vitamines**

La classification traditionnelle des vitamines dépend de leur solubilité dans les lipides ou dans l'eau.

Les vitamines liposolubles sont associées aux lipides dans les aliments. Elles sont absorbées dans l'intestin grêle par des mécanismes similaires à ceux intervenants dans l'absorption des acides gras à longues chaînes. Elles sont stockées dans des quantités appréciables dans l'organisme.

Ce sont les vitamines : A, D, E, K.

Les vitamines hydrosolubles ne sont pas associées avec les lipides et les altérations dans l'absorption des lipides n'affecte pas leur absorption: et la plus part du temps elles ne peuvent être stockées en quantités suffisantes dans l'organisme et les excès sont rapidement excrétés. Ainsi une complémentation continue des vitamines hydrosolubles est nécessaire pour éviter les carences. Les vitamines hydrosolubles ne sont relativement pas toxiques, mais les excès des vitamines A et D peuvent causer de sérieux problèmes (NRC. 2007).

Ce sont les vitamines du groupe B (thiamine, riboflavine, niacine, acide pantothénique, B12, choline) et la vitamine C.

#### **1.1.2.3.4.2. Les besoins des petits ruminants en vitamines**

Les petits ruminants ont des besoins physiologiques en vitamines. Cependant, une ration ne doit pas contenir toutes les vitamines. Quelques vitamines sont considérées comme essentielles pour le métabolisme, mais pas obligatoirement importantes dans le régime alimentaire, puisqu'elles peuvent être synthétisées en quantités suffisantes couvrant les besoins physiologiques des animaux. Les vitamines A et E sont les seules vitamines devant être apportées par la ration.

Les besoins en vitamines A et E peuvent être assurés par les formes injectables. Cependant, beaucoup d'aliments contiennent des vitamines A et des vitamines E, et elles peuvent dans beaucoup de situations ne pas être ajoutées. La vitamine D est synthétisée avec les rayons UV dans le matériel végétal et dans la peau des animaux.

Il est à noter que dans les systèmes d'élevage où les animaux sont confinés, ne sont pas suffisamment exposés au soleil et ne sont pas nourris avec du fourrage vert frais, leur besoin en vitamines peut s'accroître d'où la nécessité de compléter leur ration en vitamines A, D et E (**NRC. 2007**).

A l'exception de quelques conditions spécifiques, et quand les petits ruminants montrent un bon fonctionnement du rumen, leurs besoins en vitamines B et K sont naturellement couverts par leur alimentation. Les vitamines synthétisées par les microorganismes symbiotiques comme la vitamine C qui est synthétisée à partir de l'acide gulonique à l'intérieur des cellules du corps des petits ruminants.

Les besoins vitaminiques du petit ruminant nouveau-né sont assurés uniquement par la ration. La flore ruminale peut contribuer à fournir des quantités significatives de vitamine du groupe B à partir du 8<sup>ème</sup> jour, lorsque le rumen devient complètement fonctionnel (**Smith. 1970**).

Alors que la vitamine C ne peut être synthétisée en quantité suffisante qu'à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine (**Cummins et Brunner. 1991**).

## **1.2. Les aliments du bétail**

### **1.2.1. Les aliments grossiers**

Les aliments grossiers sont riches en fibre et pauvres en énergie par comparaison avec les concentrés. Ainsi, leur contenu en protéines est variable. Ils regroupent les fourrages verts, les foins, les ensilages et les résidus de récolte (MADRPM. 2004).

Les fourrages verts sont constitués des affouragements cultivés et qui sont utilisés en vert, soit par pâturage, ou bien coupés et distribués sans séchage.

En raison de la difficulté de les maintenir dans leur état frais, les fourrages peuvent être conservés:

- Par voie sèche, en enlevant une partie ou presque la totalité de l'eau est dans ce cas on va obtenir des foins. Les foins sont constitués de tout affouragement qui peut être coupé et séché au soleil (légumineuse) ou bien coupé après maturité et moissonné (chaume et paille). C'est un mode de conservation qui permet de conserver au maximum les qualités nutritives des fourrages.
- Par voie humide, les ensilages sont des fourrages qui sont d'abord coupés et sont ensuite récoltés avec une ensileuse (fourrages encore verts) et sont alors stockés dans des silos. L'ensilage consiste à conserver par fermentation, sans séchage, des fourrages verts, de sorte que la pourriture est retardée grâce à la synthèse de l'acide lactique et diminution du pH à - 4.

Les résidus de récolte sont les parties des plantes qui, en général, restent au champ après la récolte du produit principal (graines ou racines); par exemple, les tiges et feuilles de maïs, les feuilles de betteraves et les pailles de céréales. Les résidus de récolte peuvent être "pâturés", récoltés comme aliment sec ou ensilés.

## **1.2.1. La paille et le chaume**

### **1.2.1.1. Définition**

Les pailles sont les sous-produits de la culture des céréales à petits grains (blé, orge, avoine), constituées de la tige lignifiée rigide de la plante récoltée à maturité (Institut d'élevage. 1991; Chenost et Kayouli. 1997). Elles sont constituées essentiellement de parois végétales très lignifiées qui représentent de 60 à 80 % de la matière sèche (Chenost. 1991).

### **1.2.1.2. Répartition dans le monde**

La paille est un important aliment pour les animaux à cause de sa très grande production dans le monde (Kossila. 1988). Les pailles sont disponibles où il y a une production de céréales ou de grains de légumes. En assumant que la production des pailles est plus grande que la production de grain, elle peut-être estimée à 2-3 billions de tonnes de pailles produites dans le monde (FAO. 2007).

Par ailleurs, les estimations de rendements de consommation des pâturages naturels diffèrent selon la zone écologique: de 0.2 à 0.5 t MS/ha dans les zones arides et semi-arides, en hausse de 0.72 et 0.76 t MS/ha dans les zones subhumides /humides et les hautes terres, respectivement (Winrock. 1992).

### **1.2.1.3. Production des céréales et des sous-produits en Algérie**

La culture des céréales est fort ancienne en Algérie. Le blé et l'orge tiennent une place de 1<sup>er</sup> ordre parmi les plantes cultivées. Les chaumes et les pailles, sous-produits des céréales contribuent pour 37% dans l'offre fourragère globale (Adem et Ferrah. 2002). Triki et al. (2008), ont rapporté une production de paille de 2.5-3 millions de tonnes/an. Selon les statistiques apportées par la FAO, l'Algérie a produit 2,500 millions de tonnes en 2011 (FAOSTAT. 2011).

#### 1.2.1.4. Composition chimique de la paille

La paille est essentiellement constituée de parois végétales qui représentent de 60-85% de la MS. Ces parois sont composées de cellulose vraie, hémicelluloses et lignine (45-55%, 20-25% et 8-12% de la MS).

La composition chimique de la paille est très variable. Cette différence dépend de l'espèce végétale, du stade de maturité de la plante au moment de sa récolte. La cellulose constitue le composé majoritaire, suivi par les hémicelluloses. La lignine représente 14% de la matière sèche de la paille.

Les minéraux sont présents en faible quantité 5% avec les matières azotées qui représentent une très faible proportion de la matière sèche. Elle est fortement carencée en soufre et en oligoéléments et pratiquement dépourvue de vitamines (**Chenost. 1991; Institut d'élevage. 1991**).

**Tableau.2.** Composition chimique moyenne de la paille de blé (en % MS)

Paille de blé	MS	Cendres	MAT	Cellulose brute	Hémi	Lignine	Auteurs
	90	6.5	3	44			<b>Demarquilly et Andrieu. 1987</b>
	88	7	3.5	42	/	/	<b>INRA. 1988</b>
	/	5.9	2.4	40.8	10	2.4	<b>Maréchal. 2001</b>
	91	6.7	4.2	41.6	/	7.2	<b>Feedipedia. 2013</b>

### 1.2.1.5. La valeur nutritive de la paille

La forte teneur des fibres et la faible teneur en protéines et une composition non équilibrée en minéraux (O'Donovan. 1983 ; Sundstøl et Owen. 1984 ; Doyle et al., 1986) sont des caractéristiques de la paille. En plus, la paille est un aliment pauvre en énergie, malgré qu'elle contienne une quantité appréciable en cellulose et en hémicellulose. La structure chimique de la paille avec une forte lignification, et des liaisons entre hémicellulose et lignine sont des facteurs qui limitent sa dégradation dans le rumen.

**Tableau. 3.** Valeur alimentaire des pailles (INRA. 1988)

Paille/kg MS	UFL	UFV	PDIN (g)	PDIE (g)
Avoine	0,50	0.39	20	48
Orge	0.44	0.33	24	46
Blé	0.42	0.31	22	44

La valeur énergétique de la paille est très variable, elle varie de 0.48-50UFL/kg de MS.

La valeur azotée est très faible. La prévision de la valeur azotée des pailles est possible après dosage de leur teneur en MAT. Cette valeur est très variable. La valeur azotée des pailles est très faible. Dans le système des MAD, il faut retrancher environ 36g 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 de cas dans le système des PDI ou il est préférable de l'utiliser. Dans ce système, la valeur PDIN varie entre 15 et 30 g de MS pour les pailles

de céréales; on retiendra la valeur de 22g. La valeur PDIE varie entre 35 et 30 g, on retiendra 45g. L'examen des valeurs PDIN et PDIE montre qu'il faut donc environ 13-15 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.

#### **1.2.1.6. La digestibilité de la paille**

La digestibilité est un critère qui définit le degré auquel une matière organique pourra être digérée par un animal.

La valeur nutritive des pailles est faible, la digestibilité de la MO de la paille est située entre 42-54%. Leur ingestibilité est faible (**INRA. 2007**). Des différences importantes dans la dégradation peuvent être observées chez les mêmes espèces (**Vadiveloo. 1992**). La digestibilité de la paille de l'avoine est supérieure à celle de l'orge. Alors que celle du blé est la plus faible (**Chenost non publié**).

Cette variabilité est en relation avec les proportions respectives en tiges, en graines et en limbes et selon la composition des constituants pariétaux et cellulaires de ces organes (**Chenost. 1991**).

Toutefois, non seulement la digestibilité de ces fourrages est faible, mais elle ne s'effectue que lentement, cela est dû non seulement aux caractéristiques intrinsèques de la paille, mais aussi au déséquilibre entre les nutriments nécessaires pour la dégradation microbienne dans le rumen.

Les microorganismes ont besoin d'une source d'énergie, de minéraux et chaque élément peut limiter les fermentations microbiennes (**Hespell et Bryant. 1979; Hoover. 1986; Silva et al., 1989**). Ainsi, l'addition de glucides facilement digestibles à une ration composée de paille a un effet stimulant sur la digestion de la cellulose (**Silva et Orskov. 1985**).

**Tableau. 4.** Quelques exemples de variations de la digestibilité des pailles et des quantités qui sont volontairement ingérées (mesures effectuées sur moutons) **Chenost. (1991)**

	dMO	MS	MOD
Paille de riz <sup>1</sup>	35-55	25-6	8.8-21
Paille d'orge <sup>3</sup>	43-47.7	34.8-50.9	14.7-23
Paille de blé <sup>2</sup>	38.4-46.2	23.3-34.6	8.1-13.1

<sup>1</sup> Doyle et al., 1986

<sup>2</sup> Dulphy et al., 1983

<sup>3</sup> Chenost. 1989

### **1.2.1.7. Utilisation**

La quantité de la paille et d'autres sous-produits des céréales disponibles dans le monde est très importante. En raison de sa grande production et de son importante utilisation ce qui normalement doit maintenant lui valoir une grande attention dans la plupart des régions de production des céréales dans le monde.

#### **1.2.1.7.1. Dans l'alimentation des animaux**

Une des utilisations les plus traditionnelles de la paille est comme aliment de bétail. Cependant, malgré sa teneur acceptable en cellulose, qui lui permet d'être une éventuelle source temporaire d'énergie pour les ruminants, elle demeure un aliment pauvre dans son état naturel. Son utilisation limitée comme aliment est due à sa faible dégradation dans le rumen, faible digestibilité, et faible ingestibilité. Cela est dû à la structure chimique de la paille,

qui limite la digestion de la cellulose et l'hémicellulose. Ces facteurs chimiques sont la lignification, la silicification, et la cristallinité de la cellulose et d'autres facteurs.

#### **1.2.1.7.1.2. Autres utilisations de la paille**

La paille peut être une matière première pour la pâte à papier et parce qu'il y a une augmentation drastique de la demande mondiale en papier, 350 million tonnes en 2010 et que la production annuelle courante ne peut pas répondre à cette croissante demande, la paille est de loin devenue la plus large source des fibres non boisée, elle donne une pâte à fibres courtes similaire à la pâte à bois dur (Myréen. 2000).

#### **1.2.1.8. Amélioration de la valeur nutritive**

Des traitements physiques, chimiques et biologiques ont été appliqués pour améliorer l'utilisation des pailles. Les traitements physiques sont entrepris principalement pour augmenter la surface de contact qui peut améliorer l'attachement des bactéries. Des processus tel que le broyage, le moulage, le traitement à la vapeur, la gamma irradiation ont été longtemps utilisés pour améliorer la valeur nutritive ainsi que la digestibilité de la paille (Syndstol et Owen. 1984 ; Doyle et al., 1986).

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

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

La complémentation consiste d'abord à apporter les éléments nutritifs manquants dans les fourrages pauvres (matières azotées, minéraux et vitamines) permettant aux microorganismes du rumen de mieux les digérer. C'est ce qu'on appellera la complémentation "catalytique". Si on attend de

l'animal une production plus substantielle cette complémentation ne suffira pas et il faudra une complémentation "supplémentaire" apportant les nutriments permettant de couvrir les besoins de cette production (**Rokbani et Nefzaoui. 1995**). Cet apport devra être réaliste sur le plan non seulement nutritionnel mais également socio-économique: disponibilité, coût, aptitude à être mise en œuvre au niveau pratique.

- L'autre est technologique

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

Des traitements chimiques ont été utilisés pour améliorer la digestibilité de la paille. Les traitements alcalins des substances lignocellulosiques de la paille, agissent sur la paroi cellulaire en diluant les hémicelluloses et la lignine en hydrolysant les esters des acides uronique et acétique et en gonflant la cellulose par la diminution de sa cristallinité. Cette augmentation de la biodégradabilité de la paroi cellulaire est due également à la rupture des liaisons entre lignine et hémicellulose ou la lignine et les acides phénoliques (**Morisson. 1983; Chesson et al., 1993; Messon et al., 1990**), la dégradation de la cellulose peut augmenter par conséquent.

En général, l'hydroxide d'ammonium produit souvent une réponse positive mais est généralement moins efficace que la soude. L'hydroxide d'ammonium présente l'avantage d'éviter les déséquilibres minéraux, et de fournir un supplément d'azote.

Le plus prometteur des résultats a été obtenu par les traitements biologiques pour la dégradation de la lignine. L'utilisation des microorganismes intacts et leurs enzymes pour la conversion de la paille dans les aliments d'animaux a été un bon créneau de recherches. L'un des organismes majeurs lignolytiques, le *fungi blanc*, a été fortement utilisé. Les traitements consistent à cultiver, sur le fourrage à traiter pris comme substrat, des champignons tels que la moisissure molle, brune ou blanche dont les enzymes peuvent soit couper totalement ou partiellement les liaisons entre la lignine et les glucides pariétaux soit, et surtout, dégrader la lignine elle-même.

La croissance du champignon ou de la moisissure s'effectue au détriment de la teneur en énergie du substrat et l'intérêt nutritionnel global n'est pas compensé par l'augmentation de la teneur en protéine résultant de cette croissance. Ce phénomène avec les difficultés à maîtriser les cultures font que ces techniques ne sont pas encore applicables à l'échelle réellement pratique. **(Coughlan et Ammaral Collaco. 1999 cités par Chenost et Kayouli. 1997)**

## **1.2.2. Les aliments concentrés ou sous-produits agro-industriels (SPAI)**

### **1.2.2.1. Généralités**

Les aliments concentrés sont des aliments contenant une grande densité de nutriments très digestibles, ils sont généralement faible en cellulose brute (moins de 18% de MS). Les concentrés peuvent avoir des teneurs élevées en énergie, qu'on référence comme des concentrés énergétiques, c'est le cas des céréales et les sous-produits de meunerie, ou bien des teneurs élevées en protéines, et dans ce cas là avec plus de 20% de protéines brutes, on parlera de concentrés protéiques.

Les concentrés peuvent être distribués soit sous leur forme brute ou moulue, comme aliment simple ou mélangés avec d'autres aliments pour former une ration équilibrée et atteindre des productions particulières. L'aliment concentré peut être produit dans la ferme ou bien produit par des producteurs d'aliments de bétail. Les aliments composants les concentrés sont classés communément dans les catégories suivantes :

- les céréales : ce sont les principales céréales (riz, blé, orge, avoine, maïs, sorgho, millet).
- les aliments grains : ce sont les grains, utilisés dans l'alimentation humaine.
- les grains et leurs sous-produits, utilisés comme aliments de bétail (les sous-produits de meunerie (son, et autres)).
- les substituts de grains : ce sont les racines sèches et les tubercules, la mélasse, les déchets de brasserie, la pulpe sèche d'agrumes.
- les huiles et les tourteaux de : soja, coton, copra...etc.
- autres concentrés de protéines et d'énergie, comprenant les produits d'origine animale.

### **1.2.2.2. Digestibilité et valeur nutritive des concentrés**

La valeur nutritive et la digestibilité des concentrés varient selon les espèces végétales qui composent les concentrés.

C'est ainsi que les céréales se caractérisent par :

- leur richesse en énergie, due à leur pauvreté en cellulose sauf pour l'avoine et leur richesse en amidon.
- leur relative pauvreté en MAD, rapport MAD/UF faible, à la fois sur le plan quantitatif et parfois qualitatif, et cela par leur faible teneur en AA indispensables.
- Leur richesse en phosphore et pauvreté en Ca, en vitamine A et D et leur richesse en vitamine B et E.

D'autres part, les légumineuses se distinguent des céréales à grains par :

- leur richesse en MAD très supérieure, plus du double des céréales.
- rapport MAD/UF assez élevé.

Le tableau. 5. résume les principales caractéristiques des concentrés (céréales et légumineuses) et les sous-produits de l'agro industrie.

**Tableau. 5.** Principales caractéristiques des concentrés (valeur nutritive, digestibilité de la matière organique et MAD) (**MADRPM**)

	Céréales	Légumineuses	Sous-produits de l'agro industrie		
			Sous-produits de meunerie	Sous-produits de sucrerie	Sous-produits d'huilerie
MS	88-90	90	66-88	75-89	90-92
Digestibilité de la MO (%)	72-88	80-89	65-70	80-87	60-91
UFL/kg de MS	1.03-1.27	1.16-1.25	0.83-0.9	0.91-1.03	0.56-1.16
UFV/kg de MS	0.98-1.29	1.16-1.23	0.76-0.84	0.9-1.04	0.66-1.12
MAD g/kg de MS	70-101	220-350	120-136	14-69	285-491

La digestibilité de la MO des légumineuses est plus élevée que celle des céréales avec 80-89% contre 72-88% respectivement. Les sous-produits des sucreries sont caractérisés par une grande digestibilité de la MO, cela peut-être expliqué par leur forte teneur en sucres facilement fermentescibles par rapport aux autres sous-produits de l'agro industrie.

### 1.2.2.3. Utilisation des concentrés

Les concentrés entrent dans les systèmes d'alimentation des productions animales.

- Les monogastriques ont une capacité limitée de digérer les fibres et ont des besoins très élevés en énergie et MAD. Il est recommandé de leur distribuer une ration d'une forte densité, occupant un faible volume, cas du concentré.

- Dans les systèmes intensifs de production laitière ou d'engraissement, les concentrés peuvent former une grande proportion des rations (plus de 30% et 70% respectivement).

### **1.1.3. Les sous-produits de l'olivier (grignons d'olives)**

#### **1.1.3.1. Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier**

##### **1.1.3.1.1. La production oléicole dans le monde**

Les quatre pays les plus producteurs sont : l'Espagne, Grèce, Italie, Tunisie qui représentent:

- 65% de la surface des oliveraies.
- 76% des arbres en production.
- 74% de la production totale d'olives (**Sansoucy, 2011**).

##### **1.1.3.1.2. La production oléicole en Algérie**

###### **- Superficie, production et consommation**

En 2000, la culture de l'olivier en Algérie occupe une superficie de 168080ha soit 33% des 500000ha de la superficie arboricole nationale, soit 20% des terres cultivables.

###### **- Localisation**

La surface oléicole est répartie dans 3 régions.

Le centre avec 54.3% de la superficie totale, l'est avec 28.3% et l'ouest avec 17%.

**Tableau. 6.** La production végétale de la campagne de 2005/2006 (INRAA, 2005)

	Superficie (ha)	Production (Qx)
Olivier	29995980	2647330

L'olivier est parmi l'arboriculture fruitière des plus importantes en Algérie, de par son importance économique et sociale avec 48 variétés (INRAA, 2005).

Durant la décennie 1990/99 et à partir de l'analyse statistique des données, la surface plantée a enregistré une baisse continue. Avec la restructuration agricole, la surface oléicole a augmenté de nouveau. Cette tendance s'est confirmée avec la relance du plan national de développement agricole et grâce au financement du secteur par le fond national de régulation et de développement agricole (FNRDA) en 2005.

L'oléiculture algérienne est caractérisée par une large gamme de variétés.

### **1.1.3.2. Industrie oléicole**

A la fin des années 2000, l'industrie oléicole algérienne était composée majoritairement d'huileries traditionnelles.

- huileries traditionnelles: 1400
- huileries avec presse ou super presse: 85
- huileries modernes: 165
- total des huileries: 1650

L'état a adopté un programme de modernisation de l'industrie de l'huile d'olive et de l'huile de grignons d'olives et de traitement des sous-produits dont l'objectif est de disposer de 201 unités modernes d'extraction de l'huile d'olive équipées d'un système continu.

### **1.1.3.3. Les sous-produits des olives**

Les sous-produits dérivent des arbres et de l'extraction des huiles connues sous le nom des sous-produits des olives. Ils sont définis comme suit :

- **Les feuilles d'oliviers**

C'est le mélange des feuilles et des branches à partir du murissement de l'olivier et de la récolte et le nettoyage des olives avant l'extraction des huiles.

La production des feuilles d'oliviers du murissement a été estimée à 25kg/olivier, en plus de 5% du poids des olives récoltées, collectées lors du broyage des olives (Delgado-Pertinez et al., 1998).

- **Les margines ou eaux de végétation**

Les procédés d'extraction de l'huile d'olive engendrent la production d'effluents liquides, nommés margines ou parfois eaux de végétation (Nefzaoui. 1984).

Ce produit riche en sucre, noir et amer avec une odeur caractéristique due aux poly phénols et d'autres substances, il peut être séché donnant la mélasse (Heuze et al., 2011).

### **1.1.3.4. Les grignons d'olives**

#### **1.1.3.4.1. Définition**

Les grignons d'olives consistent en la pulpe, la peau, le noyau et l'eau, beaucoup de termes peuvent être donnés en relation avec la composition, la teneur en huile (grignons bruts ou extraits de grignons) et les noyaux (frais ou grignons secs) (**Sansoucy, 1984**). Ce produit peut être transformé en un produit destiné à l'alimentation animale ou en huile dite de grignons d'olive après extraction chimique.

Les grignons d'olives se divisent en:

- les grignons d'huile d'olive bruts: obtenues par extraction mécanique. Ce produit contient de l'huile et des noyaux.
- les grignons de l'huile d'olive épuisés ou dégraissés: obtenus par extraction mécanique et chimique par un solvant, le produit contient des noyaux et moins d'huile que le précédent.
- les grignons bruts sans noyaux : résultant de l'extraction mécanique et épierrage.
- les grignons épuisés ou dégraissés sans pierres par extraction au solvant et épierrage.
- La pate de l'huile d'olive : obtenue par élimination des noyaux et extraction par solvant (**Heuze et al., 2011**).

#### **1.1.3.4.2. Composition chimiques des grignons d'olives**

Ils sont caractérisés par une grande variabilité en eau (25-30%), en relation avec la méthode d'extraction et le pourcentage élevé des fibres brutes (27-41%). Les teneurs de la MS, MM, MAT, CB sont rapportées dans le tableau suivant.

**Tableau. 7.** Composition chimique des grignons d'olives (**Sansoucy. 1984**)

Aliment	Grignons d'olives bruts	Grignons d'olives épuisés
MS	75-80	85-90
MM	3-5	7-10
MAT	5-10	8-10
CB	35-50	35-40
MG	8-15	4-6

#### **1.1.3.4.2. Utilisation des grignons d'olives**

##### **- Chez les ruminants**

Le grignon d'olive n'est pas très accepté par les ruminants. En raison de sa forte teneur en lignine, sa faible teneur en protéines brutes et de sa faible digestibilité, le grignon d'olive peut être comparé à un fourrage et est éventuellement accepté par les ruminants (bovins, moutons, chèvres et chameaux). Les grignons d'olives peuvent être distribués soit frais, ensilés, séchés, composants des pastilles ou des blocs multi-nutritionnels (**Molina Alcaide et al., 2008**).

Ils peuvent être incorporés dans les rations des brebis ou des chèvres à un niveau très élevé (70%) pendant des périodes limitées pour couvrir les besoins d'entretien. Les grignons d'olives peuvent faire partie de la ration des agneaux pour l'engraissement et constituer jusqu'à 40% de la ration (**Nefzaoui. 1991**).

Le grignon d'olive a un effet positif sur la production laitière et la teneur en matière grasse du lait chez les vaches et les brebis (**Sansoucy et al., 1985 ; Molina**

**Alcaide et al., 2008**). Il améliore également les protéines du lait de brebis (**Molina Alcaide et al., 2008**).

Le grignon épuisé mélangé avec de la mélasse peut remplacer la farine de tournesol et l'orge chez les brebis en fin de gestation et aboutir à des performances légèrement plus élevées chez les brebis et à améliorer le rendement de la carcasse de leurs agneaux (**Aguilera et al., 1992**). Nourrir les bovins en croissance par le grignon d'huile d'olive épuisé n'a pas donné des résultats aussi prometteurs puisque cela a diminué le gain de poids vif chez les génisses et les veaux (**Sansoucy et al., 1985**).

Les grignons épuisés traités avec soit 4% de NaOH ou soit avec de la soude à 4% + urée ont permis une augmentation des gains de poids et une amélioration du taux de conversion alimentaire. Toutefois, ces traitements ne se sont pas avérés économiquement intéressants (**Sansoucy et al., 1985**).

La complémentation des grignons d'olives, même ceux avec une forte humidité, en blocs multi-nutritionnels s'est révélée être une voie prometteuse pour leur utilisation, car ils peuvent diminuer les coûts d'alimentation de 18 à 38% (**Ben Salem et al., 2003; Molina Alcaide et al., 2008**).

#### **- Chez la volaille**

Les poules pondeuses nourries de grignon d'olive à raison 9,5% de la ration ont montré des performances de production et une qualité des œufs similaires aux poules nourries au maïs (**Al-Shanti et al., 2003**).

#### **1.1.3.4.3. La digestibilité et la dégradabilité des grignons**

En moyenne, le coefficient de digestibilité apparent (CUDa) de la MO, MAT et CB du grignon brut est respectivement de 26 à 31%, 6 à 10% et 0 à 30%. Pour les grignons épuisés tamisés, il est de 32 à 40%, 29 à 38% et 21 à 47%. Très

hautement lignocellulosiques, les grignons ont une dégradabilité dans le rumen très lente. Les valeurs maximales atteintes (dégradabilité potentielle) ne sont que de 32% après un séjour de 72 heures dans le rumen (**Nefzaoui, 1983; Nefzaoui, 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986**).

La dégradabilité du nitrogène effective est également très faible (44%) (**Nefzaoui, 1991; Molina Alcaide et al., 2008**) et explicable par le fait que 70 à 80% de l'azote est lié à la fraction lignocellulosique entraînant une faible solubilité de l'azote).

Généralement l'azote lié à la fraction pariétale est inaccessible aux enzymes du tractus digestif.

La dégradabilité effective de la matière sèche est aussi faible que 37% ou 42% (**Álvarez-Rodríguez et al., 2009 ; Molina Alcaide et al., 2008**).

La faible digestibilité des grignons d'olive peut-être du :

- à leur richesse en acides gras, il est connu qu'au-delà de 5% de MG dans la ration, les fermentations commencent à décliner.
- à la nature même des acides gras qui constitue la fraction lipidique des grignons d'olives.
- à leur richesse en lignine indigestible.
- à leur richesse en polyphénols, mais cette éventualité est à éliminer, vu que les polyphénols sont éliminés dans les margines et que les grignons d'olives ne contiennent que 1%. Dans le tableau 8, **Sanscoucy. (1984)**, a résumé la digestibilité des composés des différents types de grignons, rapportée par plusieurs auteurs. Il en ressort, que la digestibilité de la matière grasse est toujours élevée (60-90%), la digestibilité de la matière sèche et minérale est faible (20-50%). La digestibilité des matières azotées est très variable, alors que celle de la cellulose brute peut osciller entre 0-40%.

**Tableau. 8.** Principaux résultats de digestibilité *in vivo* des différents types de grignons d'olive (**adapté de Sansoucy et al., 1984**)

Type de grignon d'olives	Mode de détermination	MS	MO	PB	MG	CB	Références
Grignon brut	<i>in vivo</i> sur ovins	32.9	35.4	24.5	57.7	29.6	Boza, Varela. 1960
Grignon partiellement dénoyauté gras	par régression ovins	41.9	49.9	32.5	91.5	22.2	Ben Hamouda. 1975
Grignons partiellement dénoyauté épuisé	directe ovins	-	18.8	8	27.6	16.6	Nefzaoui et al. 1982

D'autres parts, l'ingestion de grignon d'olive seul engendre une faible production d'acides gras volatils totaux (51 mmole/l). La proportion des différents AGV (71% acétique, 19% propionique et 10% butyrique) spécifiques aux fermentations caractéristiques des aliments grossiers (**Sansoucy. 1985**).

#### **1.1.4. Les sous-produits du palmier dattier**

##### **1.1.4.1. Répartition géographique du palmier dattier (de la phoeniculture mondiale)**

###### **1.1.4.1.1. Dans le monde**

Les plus grands producteurs de dattes dans le monde sont situés en Afrique du Nord et au Moyen-Orient (**Kader et Hussein, 2009**). **Kader et Hussein (2009)** ont rapporté que la production mondiale était d'environ 7 millions de tonnes et les 20 premiers pays producteurs de dattes dans le monde sont dans le tableau 9:

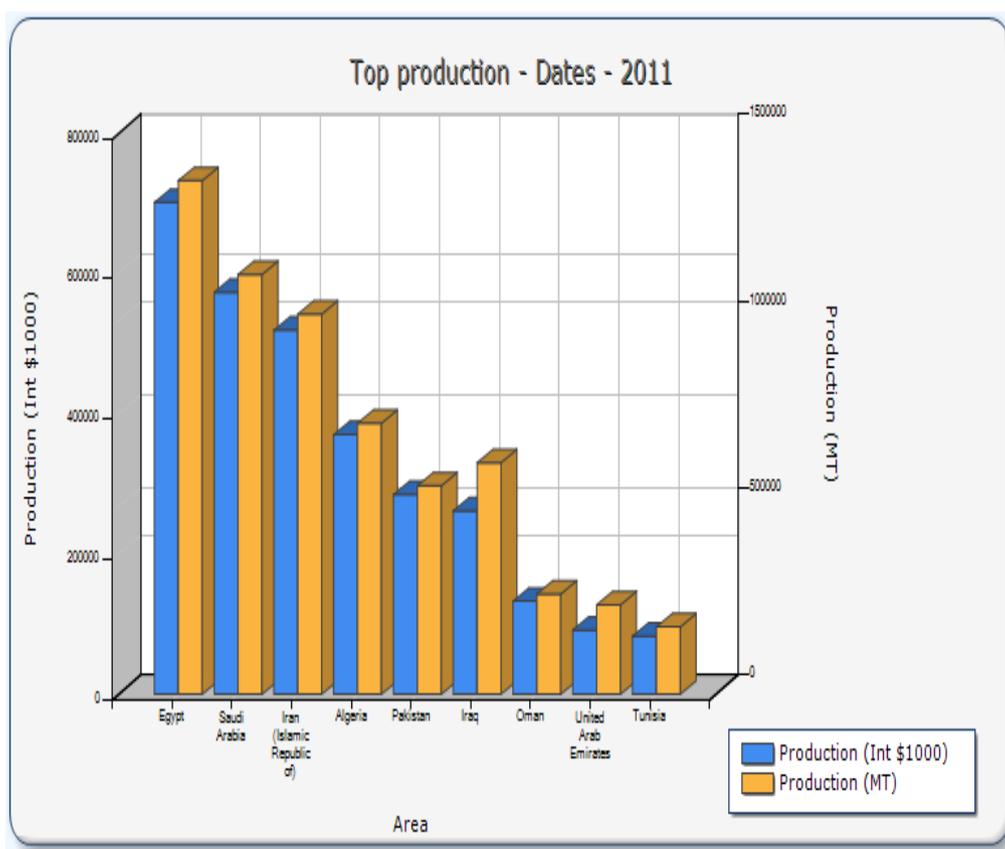
Ainsi on retrouve à la tête de ce classement l'Égypte suivi par l'Arabie Saoudite, l'Iran et l'Algérie en 4<sup>ème</sup> position (**FAOSTAT. 2011**).

L'Égypte à elle seule représente 20 % de la production de dattes dans le monde. Les pays arabes possèdent 70% des 120 millions de palmiers dans le monde et produisent environ 67% de la production globale des dattes (**FAO, 1982 ; FAOSTAT. 2009**).

Favorisée par le climat sec subtropical et la température élevée prévalent dans ces régions (**Sawaya, 2000**), la moitié de la production est répartie au Moyen-Orient et l'autre moitié est produite en Afrique du Nord avec le Soudan (**FAOSTAT. 2009**).

**Tableau. 9.** Classement des pays les plus producteurs de dattes dans le monde (FAOSTAT. 2011)

Classement	Pays	Production (MT)
1	Egypte	1373570
2	Arabie Saoudite	1122822
3	Iran	1016608
4	Algérie	724894
5	Pakistan	557279
6	Iraq	619182
7	Oman	268011
8	Emirates Arabes Unies	239164
9	Tunisie	180000
10	Chine	150000
12	Libye	165948
13	Maroc	117867



**Figure. 1.** Production des dattes dans le monde (FAOSTAT. 2011)

#### 1.1.4.1.2. Production des dattes en Algérie

La culture du palmier dattier reste le pivot de l'écosystème du désert Algérien avec presque 80% des cultures du désert (Touzi. 2007). L'Algérie est le 4<sup>ème</sup> producteur de dattes dans le monde (FAOSTAT. 2011) avec plus de 724 mille tonnes de dattes issues de 12 million de palmiers dattiers (FAOSTAT. 2010).

45% des cultivars sont formé par la variété « Deglet Nour » (Bougedoura et al., 2008).

Le secteur du palmier dattier a souffert de beaucoup de problèmes en Algérie, comme les potentialités, les contraintes techniques et environnementales. Plusieurs palmiers étaient détruits, enterrés sous les dunes, ou sous l'influence

de la sécheresse et des maladies (le bayoud) entièrement endommagés (Touzi. 2007).

La commercialisation sur une échelle nationale et internationale présente également un problème à cause du manque des organisations adéquates. Le pourcentage des palmiers dattiers qui dépassent l'âge de la production est de 30% (Bouaziz et al., 2000). L'absence des moyens rapides de transport des dattes de la ferme au marché, contribue à la détérioration des dattes (El Jouhany. 2010).

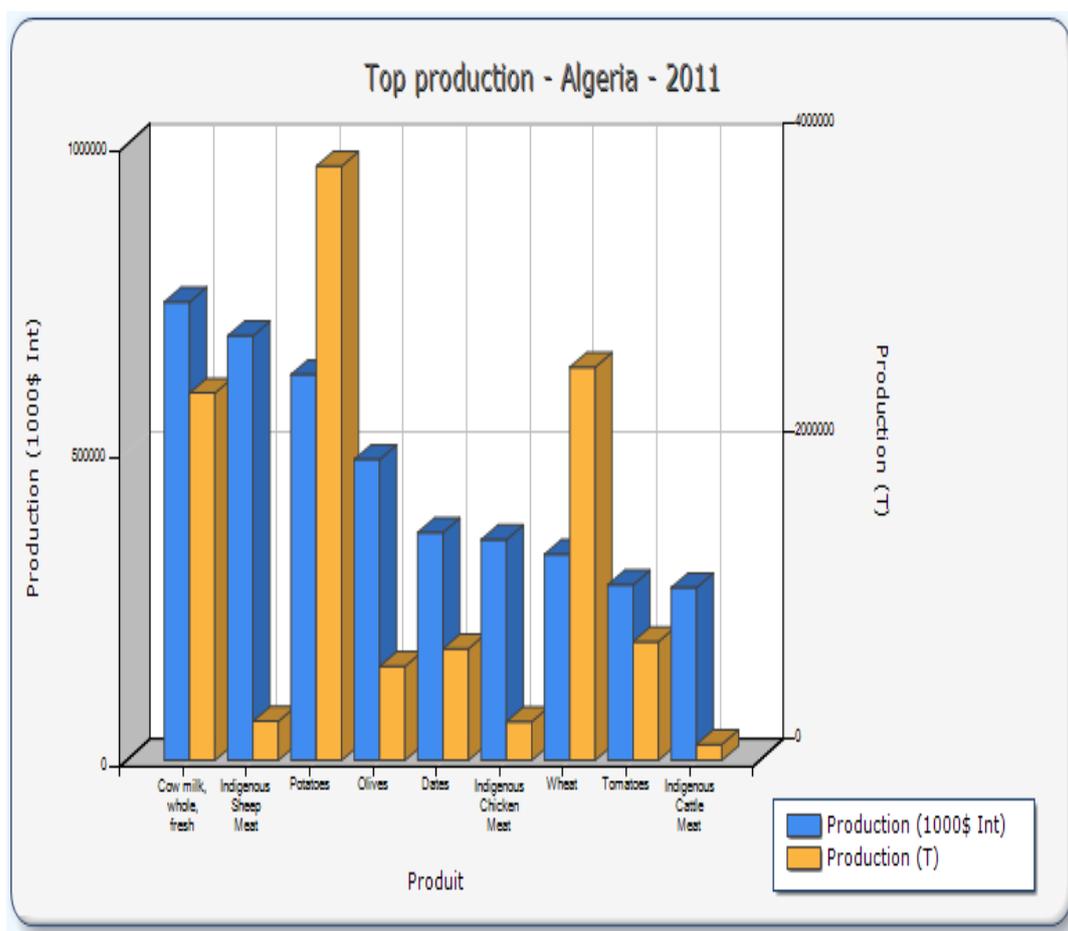


Figure. 2. Production des dattes en Algérie (FAOSTAT. 2011)

## **1.1.4.2. Les noyaux de dattes**

### **1.1.4.2.1. Description**

Les noyaux de dattes sont les sous-produits des dattes obtenus lors de la production des dattes dénoyautées ou bien de la patte de dattes (**Ecocrop. 2011 ; Barreveld. 1993**). On les retrouve également en grande quantité dans les usines de production de jus de dattes (**Barreveld. 1993**).

Ils forment une partie intégrale du fruit, dans le sens où leur composition chimique est en relation avec la variété et la qualité du fruit.

- Poids des noyaux de dattes

Les noyaux de dattes pèsent de 0.5 à 4 g et représentent 6 à 20% du poids du fruit en fonction de la maturité et de la variété (**Ecocrop. 2011 ; Dagher. 2008 ; Zaid et al., 2002. Gohl. 1982**).

### **1.1.4.2.2. Le dénoyautage**

La méthode traditionnelle est le dénoyautage à la main, généralement en utilisant un couteau à un côté du fruit, enlevant le noyau et rassemblant les deux côtés ensemble pour que la coupure soit presque invisible. Si cette opération est bien faite, elle permet le contrôle de l'infestation par les insectes. Le dénoyautage à la main est lent et la production par heure n'excède pas 5kg (**Dowson. 1962; Munier. 1973**).

Le dénoyautage peut être effectué par des machines qui marchent comme suit :

Les dattes sont alignées dans des moules qui les maintiennent dans une position adéquate, les déplacent en des temps intermittents tout le long d'une longue ceinture. Ce système de machines donne de bons résultats avec plus de 1000kg/heure.

#### **1.1.4.3. Composition chimique**

La composition chimique incluant les fibres totales, les macros nutriments et les micros nutriments de quelques noyaux de dattes de différentes régions du monde ont été rapporté par **Al Wash et De Peters. 1982 ; Al Hooti et al., 1998 ; Mossa et al., 1986 ; Al Showiman. 1990; Rahman et al., 2007 ; Boudechiche et al., 2009.**

La teneur des noyaux de dattes en minéraux est de 1% (**Al Dhaheri et al., 1997**) 1.1% (**Sawaya et al.,** ) 1.4-1.8% selon (**Attalla et Harraz. 1996 ; Hamada et al., 2002**).

Alors que d'autres auteurs ont mentionné d'autres teneurs (3.7-6.6) **Misra. 1987,** 7.5-8.5% (**Ali et al., 1991**), 9.9% (**Mohan et al., 1988**). Les noyaux de dattes montrent des quantités appréciables de K, P, Ca et peu de Na. Alors que Le Fe, Mn, Zn, Cu sont les plus importants éléments (**Sawaya. 1984**).

La teneur des noyaux de dattes en glucides totaux est de 5.5-6.5% (**Dowson. 1962; Sawaya. 1984**).

Par ailleurs, les noyaux de dattes ont une faible teneur en matières azotées totales, elle est de l'ordre de 4% (**Rihani et al. 1988 ; El Owaimer. 2011**).

**Tableau. 10.** Composition des noyaux de dattes (**Barreveld. 1993 d'après de nombreux auteurs**)

Analyses	Moyenne (%)
Matière sèche	90-95
Matière minérale	1-2
Protéines brutes	5-7
Fibres brutes	10-20
Lipides	7-10
Glucides	55-65

#### **1.1.4.4. Valeur nutritive des noyaux de dattes**

Les noyaux de dattes broyés peuvent être utilisés jusqu'à 75%. Ils peuvent être utilisés pour équilibrer une ration où les composés basiques de la ration sont très riches en protéines comme les jeunes pâtures (**Alwash et al., 1982**).

#### **1.1.4.5. Digestibilité des noyaux de dattes**

La digestibilité *in vivo* de la matière sèche des noyaux de dattes chez les ovins, s'étend de 58-70% (**El Shazly et al., 1963 ; Al Yousef et al., 1993**), la digestibilité de la matière organique (MO), peut-être supérieure à 80% (**Richter et al. 1956 cités par Feedipedia. 2013, Al Kinani et al., 1975 cités par Al Wash et de Peters. 1982**). La digestibilité de la matière organique, des protéines brutes et des fibres aux détergents neutres des noyaux de dattes était de 83.3%, 73.6% et 70.8% respectivement dans une étude, chez des moutons, conduite par **Rihani et al. (1988)**.

La digestibilité *in vitro* de la matière sèche, utilisant du jus de rumen des caprins, ovins et camelins, est inférieure chez les ovins et les camelins (30-35%) par rapport à celle des caprins (52-60%) (Genin et al., 2004).

Al Yousef et al. (1993) ont estimé que les noyaux de dattes ont une digestibilité supérieure à celle des pédicelles et des feuilles.

En l'occurrence, les noyaux de dattes ont une plus grande valeur nutritive que les pédicelles et les feuilles (Al Yousef et al., 1993).

#### **1.1.4.6. Utilisation**

Les noyaux de dattes ont plusieurs utilisations aussi bien dans l'alimentation humaine qu'animale (Barrevelde. 1993). En Algérie, les noyaux de dattes constituent un produit commercial, utilisé pour nourrir le bétail. Ils se vendent, comme les grains, par mesures.

##### **1.1.4.6.1. Chez les bovins**

Les noyaux de dattes sont utilisés dans l'alimentation des animaux comme substitut au concentré, principalement les céréales et leurs sous-produits (son) (Barrevelde. 1993).

L'utilisation des noyaux de dattes chez les bovins n'a pas été mentionnée dans la littérature. Le gain moyen quotidien n'a pas été affecté chez des veaux quand les noyaux de dattes ont été incorporé dans le concentré à raison de 30 à 50% (Farhan et al., 1969 cité par Al Wash et al., 1982).

#### **1.1.4.6.2. Chez les ovins**

**Al Kinani et al. (1975)** ont affirmé dans leur étude que l'incorporation à raison de 75% des noyaux de dattes mélangé à 25% de foin de luzerne, a donné un gain de poids comparable à la ration témoin. Dans une autre étude **Younis et al. (1981)** ont démontré que quand les noyaux de dattes traités avec l'urée ont été distribués à 50% dans la ration composée de luzerne, concentré et mélasse, le gain de poids était le plus élevé. Lorsque 30% des noyaux de dattes ont été mélangés à l'*Atriplex halimus* et au concentré dans une ration d'ovins, un meilleur gain moyen quotidien a été enregistré (**Al Owaimer et al., 2002**).

#### **1.1.4.6.3. Chez les camelins**

Les noyaux de dattes sont un excellent et lent libérateur d'énergie lors de longs séjours des chameaux dans le désert (**Barreveld. 1993**).

#### **1.1.4.6.4. Chez la volaille**

**Vandepoulière et al. (1995)** ont incorporé des noyaux de dattes chez le poulet de chair dans la ration à un niveau entre 5-27%. Les rations contenant les noyaux de dattes ont assuré le poids des poulets et la conversion des aliments est comparable voir même meilleure que la ration du témoin.

**Almana et Mahmoud. (1994)** ont évalué l'utilisation des noyaux de dattes comme alternative aux fibres en comparaison au son de blé et ont suggéré qu'ils pouvaient être une source valable et contribuer à l'ingestion des fibres alimentaires.

### **1.1.5. Les pulpes d'agrumes**

#### **1.1.5.1. Répartition dans le monde**

Les agrumes sont parmi les plus importants fruits dans le monde (Crawshaw, 2004).

Les principales espèces sont : les oranges (*Citrus x Sinapis Tanaka*), mandarines (*Citrus reticulata blanco*), limons (*Citrus x Limon*), lime (plusieurs espèces) et pamplemousse (plusieurs espèces).

En 2010, les oranges ont compté pour 61% de la production mondiale en agrumes (82 millions de tonnes) (USDA. FAS, 2010).

Le genre *Citrus* comprend plusieurs importantes espèces (Kale et Adsule, 1995), le plus important étant les oranges sucrées (*Citrus sinensis*) qui représente 67.8% de la production mondiale (USDA. FAS, 2003), les mandarines (*Citrus reticulata*) 17.9%, Limon (*Citrus limon*) 6.3% et le pamplemousse (*Citrus paradisi*) 5%.

Environ 24% de la production mondiale des agrumes est située dans les pays de la méditerranée, Espagne, Italie, Grèce, Egypte, Turquie et le Maroc avec le Brésil 24%, les Etats unis d'Amérique 21%.

#### **1.1.5.2. La Culture des agrumes en Algérie**

Les agrumes sont parmi les fruits les plus cultivées en Algérie. Ils sont d'excellente qualité et sont très appréciés pour leur valeur nutritionnelle et rafraîchissante (INRAA, 2006). En plus la production d'agrumes représente une importante activité agricole et économique du pays. Les oranges et les mandarines sont produits traditionnellement pour la consommation locale et également pour l'export.

La production totale des agrumes a décliné ces dernières décennies due à de nombreux facteurs défavorables, Les sécheresses sévères diminuant l'eau disponibles pour l'irrigation, les pratiques agricoles non souhaitables, la vieillesse des arbres et les maladies causées par les insectes, sont les plus importants facteurs responsables de la décroissance des productions.

La productivité des agrumes a été faible, en considérant le niveau de production moyen, 4000 à 5000 tonnes sur une superficie totale dédiée aux agrumes (40 milles ha). La production est d'environ 10 tonnes/ha ce qui est faible en comparaison avec d'autres pays où la moyenne de production annuelle des plantes adultes se situe entre 30 et 35 tonnes ou plus/ha.

La consommation des fruits a rapidement augmenté en Algérie, résultat de la croissance de la population. Cependant, même après l'implantation d'arbres dans les plantations existantes, il n y a pas eu d'augmentation effective de la productivité. Il faudrait créer de nouvelles plantations en utilisant des pépinières d'arbres sans virus pour pallier à ce problème, et augmenter par conséquent la production.

Les agrumes sont localisés dans les régions costales à une altitude en dessous de 400m où le climat est tempéré et où il gèle rarement.

La surface totale dédiée aux agrumes est de 43000ha.

Les agrumes sont concentrés aux cinq régions principales: Blida, (vallée de la Mitidja), Mascara, Chlef, Mostaganem, et Annaba qui ensemble représente environ 80% de la superficie totale des agrumes.

Les mandarines sans pépins, originaire du jardin d'orphanage près d'Oran, étant pour plusieurs années une variante majeure. Cependant des hivers sévères en 1925 ont causé des dommages extensifs des arbres, en 1940, les oranges ont émergé comme les principales espèces.

L'implantation a rapidement augmenté après la deuxième guerre mondiale, ainsi que la production et les exports.

Plusieurs variétés sont cultivées en Algérie, comprenant les oranges 49.11%, les mandarines 35.4%, les citrons 2%, les pamplemousses (*pomelo*) 0.5% et autres variétés mixtes 13%.

Parmi les oranges, les variétés qui murissent précocement comptent pour 36.7% de la production à la mi saison, 50.4% murissent tardivement. Parmi les mandarines, les clémentines comptent pour 81.8% de la production.

### **1.1.5.3. Les sous-produits des agrumes**

Les agrumes sont principalement consommés par les humains comme fruit frais, réfrigéré ou concentré. Après que le jus soit extrait du fruit, il reste un résidu (Sinclair, 1984).

Lorsqu'on extrait le jus des oranges ou des pamplemousses ou l'on produit des conserves, le résidu comprend l'écorce (*flavedo et albedo*), la pulpe (le résidu du sac de jus), l'axe central (l'axe astringent et la membrane fibreuse blanche) et les pépins (Gohl, 1981).

La pulpe d'agrumes peut-être définie comme le résidu solide qui reste après que le fruit frais soit pressé pour l'obtention du jus (Gohl, 1981).

La quantité des résidus est de 50% du poids de l'orange, (Gohl, 1978), les tissus internes constituent (30-35%) et les pépins (0-10%) (Crawshaw, 2004; Gohl, 1978).

Pour éviter que les fruits entiers ne se coincent dans l'œsophage des animaux, il convient de les couper en tranches, ce qui se fait facilement en les projetant à travers un cadre portant une série de lames de scies disposées parallèlement à intervalle de quelques centimètres.

#### **1.1.5.3.1. Les pulpes d'agrumes**

Les pulpes d'agrumes étaient utilisées comme aliment pour ruminant au début de 1900.

**Walker (1917)** a noté que les bovins pouvaient facilement consommer les pulpes d'agrumes fraîches et les fruits mais l'aliment pourrissait avant d'être consommé.

**Arthington et Pate (2001)** ont estimé que les pertes générées par les pulpes d'agrumes fraîches pouvaient s'élever jusqu'à 30%.

Dans une expérimentation menée par **Scott (1926)**, les restes de pamplemousse étaient desséchés et distribués aux bovins. Cela a déclenché la commercialisation de pulpes d'agrumes séchées (PSA) comme aliment de bétail au début de 1930. Contrairement aux pulpes sèches qui sont distribuées de par le monde, les pulpes d'agrumes sont normalement disponibles près des unités de production.

##### **1.1.5.3.1.1. Caractéristiques des pulpes d'agrumes**

Les pulpes d'agrumes fraîches sont utilisées comme substitut aux céréales dans l'alimentation des ruminants à cause de leur grande teneur en énergie et leur bonne digestibilité chez les différentes espèces de ruminants.

Une large quantité des pulpes sèches est disponible pendant les saisons de récolte qui coïncident dans beaucoup de pays avec la saison sèche quand l'herbe est rare (**Gohl, 1978**).

La pulpe d'agrumes fraîche a une acidité naturelle mais elle est rapidement périssable à cause de sa forte teneur en eau et des sucres solubles (**Rihani, 1991**).

Elle fermente et s'acidifie au contact de l'air (**Rihani, 1991; Fuller, 2004; Gohl, 1978**).

#### **1.1.5.3.1.2. Conservation des pulpes d'agrumes**

Plusieurs procédés ont été utilisés pour la conservation de la pulpe d'agrumes fraîche en vue de sa commercialisation (Kesterson et Braddock, 1976).

En 1930 la pulpe sèche a été produite en quantités commerciales durant 50 ans en Floride dans un effort de dépasser ces problèmes.

La méthode de séchage de la pulpe se base sur le broyage, le hachage des déchets d'agrumes et enfin la déshydratation du produit. La pulpe d'agrumes est mélangé à l'hydroxyde de calcium à fin d'aider à la libération de l'eau liée, en conséquence le produit obtenu après séchage est riche en Ca (Ammerman et Henry, 1991).

La production de la pulpe sèche permet un transport et un stockage facile. Cependant la pulpe d'agrumes reste un aliment dense avec une densité d'environ  $324\text{kg/m}^3$  (Kammel, 1991) et  $303\text{ kg/m}^3$  (Ammerman et al., 1966). Dans d'autres travaux, Ammerman, 1972 a étudié quelques caractéristiques physiques sur 24 échantillons de pulpe sèche d'agrumes où il a rapporté une densité moyenne de  $25.5\text{kg/m}^3$ .

La variété et la nature des fruits ainsi que les conditions de traitement de la pulpe sèche, la présence des substances pectiques sont à l'origine de ces variations (Rihani, 1991).

#### **1.1.5.3.1.3. La composition chimique de la pulpe d'agrumes**

La composition des pulpes d'agrumes est influencée par les conditions de croissance, de maturité, de variété et du climat (Kale et Adsule, 1995). La teneur des pulpes en nutriments est également influencée par la méthode de transformation (Ammerman et Henry, 1991).

La valeur nutritionnelle des pulpes d'agrumes est due à sa forte teneur en glucides facilement fermentescibles. Cependant, elles sont caractérisées par

une faible teneur en protéines et une faible digestibilité (Lanza, 1982; Fegeros et al., 1995).

Elles contiennent une variété de substrats qui fournissent une quantité d'énergie appréciable pour les microbes du rumen et qui sont formés principalement de glucides solubles, et de fibres aux détergents neutres digestibles (Benghdalia et al., 1989 ; Ammerman et Henry, 1991 ; Miron et al., 2001).

Le tableau 11 résume la composition chimique des pulpes d'agrumes selon plusieurs auteurs (Ammerman et al. 1966 ; Arosemena et al. 1995; Gohl. 1980).

**Tableau. 11.** La composition chimique des pulpes d'agrumes selon plusieurs auteurs

	PFA	PSA
MS	19.2	8.6
MM	9.65	4.7-6.60
EE	4	1.12-4.27
PB	6.4	6.2-6.81
CB	/	8.1-12.3

#### **1.1.5.3.1.4. Utilisation des pulpes d'agrumes**

La pulpe d'agrumes est considérée comme un aliment concentré riche en énergie chez les ruminants en substitution aux céréales (Arthington et al., 2002).

Contenant une forte teneur en substances pectiques et en glucides hydrosolubles 10-40% MS, 1-2%MS respectivement.

Les pulpes d'oranges contiennent du sucrose et des protéines et moins d'FDN (Crawshaw, 2004).

#### - **Chez le poulet**

Des substances toxiques présentes dans la pulpe d'agrumes et dans les pépins et le taux élevé des fibres limitent l'utilisation des pulpes dans les rations du poulet (Gohl, 1981). El Mogahzy et Boushy (1982) ont observé une augmentation de l'ingestibilité et de la conversion des aliments alors que le gain moyen quotidien a nettement diminué quand les pulpes ont été introduites à raison de 20 à 40% dans la ration. D'autre part, il a été noté que la couleur du jaune d'œuf a diminué d'intensité, de même qu'une diminution de la production et du poids des œufs (Karumajeew, 1978).

La pulpe d'agrumes sèche a été utilisée comme une litière profonde des poulets (Hans et al., 1968).

#### - **Chez les bovins**

##### • **A l'engraissement**

Les pulpes d'agrumes sont un aliment valable chez les vaches laitières. La production intense d'acide acétique dans le rumen aux dépens de l'acide propionique limite son utilisation comme concentré et ne peut pas être utilisée comme fourrage entier. Il a été remarqué qu'une teneur en pulpes allant jusqu'à 40% de la ration totale peut être considérée comme possible (Wing, 2003).

L'augmentation du niveau de la pulpe peut négativement altérer l'ingestibilité de la matière sèche, paramètres du lait et la digestibilité de l'aliment. La pulpe sèche à 20% de MS comme sous forme d'ensilage n'a pas changé l'ingestibilité de la matière sèche, la production laitière et le taux protéique du lait (Belibasakis et al., 1996).

Entre 20 et 40% de taux de pulpes dans la ration, ont induit la diminution de la production laitière ainsi que de son taux protéique. Lorsque le taux de la pulpe d'agrumes a augmenté sur la base de la MS, l'ingestibilité de la MS et la

digestibilité de la matière organique ont diminué (**Hadjipanayiotou et Louca, 1976; Martinez-Pascual et Fernandez-Carmona, 1980; Ammerman et Henry, 1991; Lanza et al., 2001**).

La pulpe sèche a été utilisée comme source d'énergie chez les bovins et les taurillons, et il a été observé que plus de 45% de pulpes pouvaient être utilisées dans la ration des veaux (**Gohl, 1981**).

**Kirck et Rogers (1970)** ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative dans le gain de poids de taurillons ayant eu comme ration du maïs ou la PSA.

Quand chacun des aliments était combiné avec une quantité adéquate de protéines et d'éléments nutritifs. **Jones et al., 1942**, dans la station expérimentale agricole au Texas, quand ils ont remplacé moins de 25% de maïs par la PSA, ont obtenu le même GMQ et un léger plus grand poids de finition que le groupe de taurillons alimentés au maïs.

L'incorporation de la pulpe d'agrumes a favorisé la production d'acétate aux dépens de l'acide propionique et le gras de la carcasse mesuré au niveau des côtes a été plus dur pour les bovins ingérant de la pulpe que ceux ingérant du maïs (**Hadjipanoyiotou et Louca, 1976**).

Le modèle de fermentation des pulpes d'agrumes chez les ruminants où le matériel fortement digestible favorise la fermentation de l'acétate (**Hutton et al., 1987**) par rapport aux fermentations propioniques associées avec les régimes en énergie fortement digestible.

**Hutton (1987)** a rapporté que chez les taurillons de 8-12mois ayant un poids vif de 250-350kg ont gagné 1.25kg/jr par tête.

- **Chez la vache laitière**

La composition du lait et les couleurs indésirables qui peuvent être observées dans les produits laitiers incitent le consommateur à refuser ce lait et ses dérivés (**Hutton, 1987**).

La quantité de lait produite lors de la lactation, sa composition et sa qualité, dépendent étroitement de la qualité, la composition et le niveau d'ingestion de l'aliment ingéré. La pulpe d'agrumes, en l'occurrence et à cause de ses caractéristiques, doit être utilisée en quantités modérées.

Les pulpes d'agrumes bien que concentrées, et à cause de leur capacité de maintenir l'acide acétique et le pH du rumen élevé, tendent à prévenir la diminution du taux de la matière grasse du lait et des troubles métaboliques sur les rations déficientes en fibres.

Par ailleurs, la pulpe d'agrumes se prête au mieux à l'addition d'urée. Il a été constaté que l'appétibilité des rations contenant de l'urée a augmenté significativement en ajoutant la pulpe d'agrumes et cela en masquant le goût de l'urée.

La pulpe d'agrumes est une source d'énergie et semble interagir avec autres aliments les rendant plus digestibles (cas de la paille) (Hutton, 1987).

#### **- Chez les ovins**

Les ovins peuvent s'adapter rapidement dans les rations contenant 20% de la PSA (Crawshaw, 2004).

Plusieurs essais ont été conduits pour évaluer l'effet de la substitution du concentré par la pulpe d'agrumes. L'introduction de 40% de pulpe d'agrumes dans le concentré n'a eu aucun effet négatif sur la croissance et la qualité de la carcasse d'agneaux à l'engraissement (Bhattacharya et al., 2007).

L'incorporation de la PSA à 30-60% dans la ration de brebis, a diminué les performances des animaux avec une parakérose du rumen (Martinez Pascual et al. 1980; Bhattacharya et al., 1973).

Lorsque le concentré a été remplacé par 30% de pulpe d'agrumes dans une ration de brebis, nourries avec du foin de luzerne et avec de la paille comme aliment grossier, la production laitière n'a pas été affectée (Castrillo et al., 2004).

La palatabilité était bonne et comparable aux rations contenant du maïs mais quand les agrumes étaient au-dessus de 40%, l'ingestion et l'énergie digestible (ED) tendent à décliner (Bhattacharya et Harb, 1973).

En Australie, Bogdanovic et Hodge, (1978) ; lors des saisons chaudes et lors des sécheresses, les animaux ayant eu des pulpes d'agrumes en pellettes à raison de 3.2kg et 0.9kg de foin par semaine, n'ont pas pu maintenir leur poids vif en raison de la faible teneur en matières azotées.

Chez des animaux, ayant eu une ration à base de pulpe d'agrumes en addition avec de l'urée. Le poids vif des moutons a significativement augmenté.

L'utilisation du foin de pâturage ou la paille associés aux pulpes d'agrumes était meilleure. Les animaux ont ingéré les aliments avidement et ont consommé le supplément de foin et de la paille avant la consommation de la PSA. Les performances des agneaux ont été maintenues non pas par le supplément d'urée.

L'effet bénéfique de l'aliment grossier était associé avec les conditions du rumen qui promouvait les fermentations microbiennes plutôt qu'avec les nutriments ajoutés tel que l'urée (Hutton, 1987).

#### **1.1.5.3.1.5. La digestibilité des pulpes d'agrumes**

Les fractions glucidiques cytoplasmiques contiennent les sucres, l'amidon, les fructanes, galactanes, pectines, et les  $\beta$  glucans (Van Soest., 1991). Les pulpes d'agrumes contiennent à la fois la pectine et la cellulose, avec la pectine entre 450mg/kg de la parois cellulaire (Sunvold et al., 1995). Les pectines sont dégradées très rapidement dans le rumen mais, à l'opposé des aliments riches

en amidon, produisent peu d'acide lactique causant une moindre diminution du pH ruminal (**Strobel et russel. 1986; Barrios-Urdaneta et al., 2003**).

La pulpe d'agrumes est une source hautement digestible d'énergie et semble toucher l'utilisation d'autres composés de la ration des ruminants. par exemple, plus le niveau des pulpes d'agrumes augmente dans la ration, plus la digestibilité de la cellulose ajoutée augmente (**Harris et al., 1982**).

La concentration des AGV totaux augmente également avec l'augmentation de la teneur des pulpes d'agrumes dans la ration alors que le rapport acetate/propionate augmente. Cela peut suggérer que les pulpes d'agrumes peuvent servir comme stimuli aux fermentations du rumen en comparaison avec les grains de céréales. Ainsi, l'ingestibilité des aliments grossiers augmente lors de l'addition des pulpes d'agrumes dans la ration. En outre, les concentrations des AGV affectent la composition du lait (**Hutton. 1987**).

Il est suggéré que l'incorporation des pulpes d'agrumes dans la ration, influence le pH du milieu ruminal en le maintenant au degré optimal de l'activité des bactéries cellulolytiques.

Cependant, d'autres auteurs ont rapporté que l'incorporation à un niveau très élevé de la pulpe sèche d'agrumes dans les rations à base de fourrages, a diminué de façon drastique le pH ruminal (**Shailby et al., 1974; Wing. 1975**). La fermentation rapide peut entraîner des troubles métaboliques au niveau du rumen. Selon **Ammerman. (1976)**, l'ingestion de pulpe d'agrumes à plus de 60% peut causer des problèmes d'acidose et de parakératose du rumen chez les taurillons.

Quand les sous-produits de la pulpe d'agrumes remplaçaient les aliments riches en amidon, le coefficient de digestibilité de la MS et de la MO tend à rester sans effet, alors que la digestibilité des protéines brutes diminuait et la digestibilité des FDN et FDA augmentait. Lanza (1984) a observé que la diminution de la digestibilité des protéines brutes était due aux grandes

températures de déshydratation <140°C. Les sous-produits des agrumes amélioreraient l'utilisation des fractions fibreuses, éventuellement due aux effets positifs sur la microflore. Mieux encore, quand la paille constitue la ration de base des ruminants, sa digestibilité est améliorée en ajoutant des sous-produits d'agrumes à la ration, en corrigeant les déficiences alimentaires de la paille et en augmentant la digestion de ses composés (**Bampidis et Robinson. 2006**).

**Tableau. 12.** Digestibilité apparente des constituants des sous-produits des pulpes d'agrumes

Aliments	Quantité SPA	Anx	Digestibilité calculée par différence						Références
			MS	MO	PB	MG	FDN	FDA	
PSA (g/kg)	200	Antenais	0.724		0.699	0.65 5			<b>Bhattacharya et Harb. (1973)</b>
	400		0.77		0.757				
	600		0.719		0.619	0.83 1			
PSA (g/kg MS)	740	Moutons	0.890		0.56	0.85	0.89		<b>Deaville et al. (1994)</b>
	760		0.88		0.57	0.37	0.9		
PSO (g/kg MS)	916	Béliers	0.876	0.905	0.734	0.65 4	0.84	0.87 1	<b>Scerra et al. (1994)</b>
PSA (g/kg)		Moutons	0.786	0.872	0.527	0.82			<b>Fegeros et al. (1995)</b>
PSA			0.851	0.886	0.374	-	-	-	<b>Lanza. (1982)</b>
PSA			0.818	0.873	0.514		0.82 1		<b>Rihani et al. (1986)</b>

PSA : pulpe sèche d'agrumes, PSO : pulpe sèche d'oranges, SPA : sous-produits d'agrumes.

## **CHAPITRE. 2. MATERIEL ET METHODES**

### **Objectif**

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet de l'incorporation de quelques sous-produits commercialisés en Algérie sur d'une part les paramètres de fermentation dans le rumen, et d'autre part sur les paramètres de productions des moutons. Pour cela, nous avons procédé:

- A l'analyse chimique des aliments. Ces analyses étaient effectuées au niveau du Département de Production Animale, école vétérinaire de Léon, Espagne.
- A des fermentations *in vitro* d'aliments formant une variété de rations à des proportions diverses, les incubations ont été faites au niveau du Département de Production Animale, école vétérinaire de Léon, Espagne.
- A un suivi des performances zootechniques de 30 antenais de la race Ouled Djellal ayant dans leur ration des sous-produits de l'agro industrie (poids, GMQ, paramètres biochimiques). L'essai sur les animaux a été conduit au niveau de la ferme pédagogique de l'Institut des Sciences vétérinaires, Khroub, Université I de Constantine.

### **2.1. Aliments**

#### **2.1.1. Procédures analytiques**

Les échantillons ont été préparés en les broyant dans un moulin Cullati d'une mèche d'1mm.

##### **2.1.1.1. Teneur de la matière sèche**

###### **2.1.1.1.1. Appareils**

- une étuve, - une balance de précision.

###### **2.1.1.1.2. Procédure**

Elle consiste à déterminer la teneur de l'échantillon en matière sèche.

## **2.1.1.2. Teneur de la matière minérale**

### **2.1.1.2.1. Appareils**

- un four à moufles.
- creusets en porcelaine.
- dessiccateur.
- balance de précision.

### **2.1.1.2.2. Procédure**

Les cendres sont le résidu des composés minéraux qui reste après l'incinération des échantillons contenant des substances organiques.

Les aliments étaient pesés, mis dans un four à moufles pendant 6 heures à 550°C, placés dans un dessiccateur jusqu'à ce que les échantillons aient atteint la température ambiante, puis pesés de nouveau. Cette valeur est la teneur de l'échantillon en matière minérale (**AOAC. 1999**).

La matière organique est la différence entre le poids de l'échantillon pesé avant et après son introduction au four.

### **2.1.1.3. La teneur en matières azotées**

Les matières azotées sont déterminées selon l'**AOAC (1999)**.

La méthode qui a été adoptée est la méthode de référence « Kjeldahl » pour la détermination des matières azotées dans les aliments.

La méthode Kjeldahl est effectuée en trois étapes :

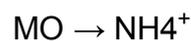
### **2.1.1.3.1. Etape 1: Digestion ou minéralisation de l'échantillon**

#### **2.1.1.3.1.1. Appareils et réactifs**

- unité de digestion et les tubes du digesteur (Kjeltec Auto 1030 Tecator) comme décrit par Mc Donald et al. (1960).
- acide sulfurique (98% M/M).
- un catalyseur : 100 g de sulfate sodique, 5 g de sulfate de cuivre et 0.2 g de sélénium.

#### **2.1.1.3.1.2. Procédure**

- 1 g de la matière sèche des aliments est introduit dans les tubes du digesteur après qu'il soit moulu dans un moulin Culatti traversant une mèche de 1mm.
- à l'échantillon, on ajoute 5g du catalyseur, plus de 14ml d'acide sulfurique.
- tous les tubes ont été placé dans l'unité de digestion, soumis à une T° égal à 360°C, jusqu'à ce que la solution ait pris une couleur claire, puis laissé pour une heure de temps.
- 70ml d'eau distillée était ajoutée aux tubes ayants refroidis.



L'azote de l'échantillon se transforme en azote ammoniacal lors de la digestion avec l'acide sulfurique et un catalyseur.

### **2.1.1.3.2. Etape 2 : Distillation de l'ammoniac**

#### **2.1.1.3.2.1. Appareil et réactifs**

- unité de distillation.
- solution d'acide borique à 4%.
- solution de méthyle rouge et de bleu de méthylène. Dissoudre 1.25g de rouge de méthyle et 0.825g de bleu de méthylène dans un litre d'éthanol à 90% (v/v).
- solution de sodium hydroxyde à 40% (p/v).
- acide sulfurique 0.2N.
- solution standard d'azote-ammoniacque 0.2N.

#### **2.1.1.3.2.2. Procédure**

L'ammoniac libéré avec de l'hydroxide sodique dans la 1<sup>ère</sup> étape est récupéré pour la distillation du gaz.

- les tubes du digesteur sont placés un après l'autre dans l'unité de distillation.
- une solution d'NaOH est ajoutée en excès aux tubes.
- dans l'Erlen Meyer, est mis 25ml d'acide borique et une goutte du colorant pour recevoir l'ammoniac libéré.

### **2.1.1.3.3. 3<sup>ème</sup> étape: Titrage de l'ammoniac**

#### **2.1.1.3.3.1. Réactifs et appareils**

- acide sulfurique à 0.2 N
- une burette.

Au cours de cette étape, la détermination volumétrique de l'ammoniac par titrage est effectuée.

Le titrage de l'ammoniac est effectué en ajoutant petit à petit une solution d'acide sulfurique à 0.2N jusqu' à ce que la couleur de la solution dans l'Erlen Meyer change du ver au pourpre.

#### **2.1.1.3.3.2. Calculs**

La valeur du tube témoin est soustraite du volume obtenu de l'échantillon puis multipliée par la normalité de l'acide sulfurique et 0.014 et 6.25.

$$\text{MAT \%} = (V_{\text{échantillon}} - V_0) \times 0.2 \times 0.014 \times 6.25 \times 100 / \text{poids de l'échantillon}$$

#### **2.1.1.4. Détermination des teneurs en Fibres (FDN, FDA, lignine)**

Les fibres au détergent neutre (FDN), les fibres aux détergents acides (FDA) et la lignine sont déterminées par la méthode de référence selon (Van Soest et al., 1991) et (Goering et Van Soest. 1970). Le principe de la méthode est de fractionner les fibres en plusieurs résidus dont on détermine la teneur par pesée.

##### **2.1.1.4.1. Réactifs et Appareils**

- solution FDN.
- solution FDA.
- acide sulfurique.
- une unité ANKOM<sup>220</sup> (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, USA)
- sacs en papier Ankom.

#### **2.1.1.4.2. Procédure**

Les échantillons d'aliments ont été moulus dans un moulin Cullati traversant une mèche de 1mm.

La détermination des fibres au détergent neutre est faite comme suit :

- 0.5g de l'aliment moulu est mis dans un sac Ankom. Les sacs remplis d'échantillons sont placés dans l'appareil en plus de 2 litres de la solution au détergent neutre, durant une heure à 100°C.
- la solution FDN est drainée à travers une vanne. On effectue un double rinçage tout en agitant les sacs à l'intérieur de l'appareil par deux litres d'eau mélangée avec l' $\alpha$  amylase, pendant 4mn.
- les sacs Ankoms sont placés ensuite dans un Becher, rempli d'acétone pour évacuer toute l'eau de rinçage, placés par la suite dans une étuve pour séchage.
- une pesée des sacs est effectuée. Le résidu qui est obtenu constitue l'FDN (cellulose, hémicellulose, lignine). Cette teneur est déterminée en soustrayant au poids total composé des sacs+ le résidu 1, le poids des sacs Ankom pesés au début de l'analyse.

La procédure de la détermination des fibres au détergent acide (FDA) et de la lignine est similaire à celle des FDN.

La solution FDN est remplacée par : une solution FDA pour déterminer la teneur de l'FDA, le résidu obtenu est formé par la cellulose et la lignine.

Dans la dernière étape, l'acide sulfurique est mis dans l'appareil Ankom et le résidu obtenu est formé par la lignine.

## **2.2. Mesures de la digestibilité *in vitro* des aliments et des rations constituées**

### **2.2.1. Objectif**

Etudier la digestibilité *in vitro* de différents aliments : pulpes d'orange, noyaux de dattes, pépins de mandarines, pépins d'orange, grignons d'olives, paille et concentré.

### **2.2.2. Aliments et rations composés utilisés dans les fermentations**

#### **2.2.2.1. Aliments**

5 aliments paille de blé (PB), grignons d'olive (GO), pulpe d'orange (PO), noyaux de dattes (ND), et un concentré acheté chez un producteur d'aliments de bétail étaient utilisés comme ingrédients pour formuler 5 rations différentes.

Le concentré est formé d'orge, maïs, son de blé, soja, NaCl et un mélange de minéraux et vitamines avec des proportions de 270, 270, 270, 180, 1.7 et 1 g/kg, respectivement (par kg de MS).

#### **2.2.2.2. Les rations**

La composition des rations vont être décrites ultérieurement dans le chapitre. 3.

#### **2.2.2.3. Jus de rumen**

Du jus de rumen était obtenu à partir de la panse de 4 moutons fistulés de la race Mérinos, ingérant une ration à base de foin de luzerne et de concentré.

### 2.2.3. Traitement

Au total 116 bouteilles ont été utilisées pour aboutir à une fermentation des aliments *in vitro* et ont été distribuées comme décrit dans le tableau 13.

**Tableau. 13.** Distribution des aliments dans les bouteilles de fermentation

Inoculum 1	1	Paille100%	0.5065		0.5065
Inoculum 1	2	60:40 Pépins d'orange	0.3032	0.2053	0.5085
Inoculum 1	3	60:40 Pépins de mandarine	0.3069	0.2041	0.511
Inoculum 1	4	60:40 Concentré	0.3084	0.2059	0.5143
Inoculum 1	5	60:40 Pulpe d'orange	0.3086	0.2002	0.5088
Inoculum 1	6	60:40 Grignons d'olive	0.3035	0.2033	0.5068
Inoculum 1	7	80:20 Pépins d'orange	0.4036	0.1046	0.5082
Inoculum 1	8	80:20 Pépins de mandarine	0.4038	0.1021	0.5059
Inoculum 1	9	80:20 Concentré	0.4011	0.1015	0.5026
Inoculum 1	10	80:20 Pulpe d'orange	0.402	0.104	0.506
Inoculum 1	11	80:20 Noyaux d'olive	0.4026	0.1036	0.5062
Inoculum 1	12	Paille:dattes 80:20	0.5093		0.5093
Inoculum 1	13	60:40 Pépins d'orange	0.3	0.202	0.502
Inoculum 1	14	60:40 Pépins de mandarine	0.3034	0.2043	0.5077
Inoculum 1	15	60:40 Concentré	0.3073	0.2074	0.5147
Inoculum 1	16	60:40 Pulpes d'orange	0.3066	0.2066	0.5132
Inoculum 1	17	60:40 Grignons d'olive	0.3072	0.2038	0.511
Inoculum 1	18	80:20 Pépins d'orange	0.4055	0.1014	0.5069
Inoculum 1	19	80:20 Pépins de mandarine	0.4053	0.1026	0.5079
Inoculum 1	20	80:20 Concentré	0.4005	0.1027	0.5032
Inoculum 1	21	80:20 Pulpes d'orange	0.4086	0.1042	0.5128
Inoculum 1	22	80:20 Grignons d'olive	0.4038	0.1058	0.5096
Inoculum 1	23	Noyaux de dattes	0.5015		0.5015
Inoculum 1	24	Pépins d'orange	0.5001		0.5001

Inoculum 1	25	Pépins de mandarine	0.5022		0.5022
Inoculum 1	26	Concentré	0.5067		0.5067
Inoculum 1	27	Pulpe d'orange	0.5049		0.5049
Inoculum 1	28	Grignons d'olive	0.5072		0.5072
Inoculum 2	29	Paille100%	0.5007		0.5007
Inoculum 2	30	60:40 Pépins d'orange	0.3021	0.2049	0.507
Inoculum 2	31	60:40 Pépins de mandarine	0.3068	0.2057	0.5125
Inoculum 2	32	60:40 Concentré	0.3036	0.2053	0.5089
Inoculum 2	33	60:40 Pulpe d'orange	0.3075	0.2075	0.515
Inoculum 2	34	60:40 Grignons d'olive	0.3035	0.2041	0.5076
Inoculum 2	35	80:20 Pépins d'orange	0.4046	0.1043	0.5089
Inoculum 2	36	80:20 Pépins de mandarine	0.4078	0.1072	0.515
Inoculum 2	37	80:20 Concentré	0.4037	0.1084	0.5121
Inoculum 2	38	80:20 Pulpe d'orange	0.4058	0.1042	0.51
Inoculum 2	39	80:20 Noyaux d'olive	0.4004	0.1039	0.5043
Inoculum 2	40	Paille:dattes 80:20	0.5096		0.5096
Inoculum 2	41	60:40 Pépins d'orange	0.3017	0.2085	0.5102
Inoculum 2	42	60:40 Pépins de mandarine	0.3033	0.2005	0.5038
Inoculum 2	43	60:40 Concentré	0.3051	0.2087	0.5138
Inoculum 2	44	60:40 Pulpes d'orange	0.3008	0.2004	0.5012
Inoculum 2	45	60:40 Grignons d'olive	0.3075	0.2084	0.5159
Inoculum 2	46	80:20 Pépins d'orange	0.406	0.1078	0.5138
Inoculum 2	47	80:20 Pépins de mandarine	0.4098	0.1046	0.5144
Inoculum 2	48	80:20 Concentré	0.409	0.1022	0.5112
Inoculum 2	49	80:20 Pulpes d'orange	0.4093	0.1044	0.5137
Inoculum 2	50	80:20 Grignons d'olive	0.406	0.1014	0.5074
Inoculum 2	51	Noyaux de dattes	0.5067		0.5067
Inoculum 2	52	Pépins d'orange	0.5078		0.5078
Inoculum 2	53	Pépins de mandarine	0.5086		0.5086

Inoculum 2	54	Concentré	0.5053		0.5053
Inoculum 2	55	Pulpe d'orange	0.5043		0.5043
Inoculum 2	56	Grignons d'olive	0.5065		0.5065
Inoculum 3	57	Paille100%	0.5061		0.5061
Inoculum 3	58	60:40 Pépins d'orange	0.3043	0.2043	0.5086
Inoculum 3	59	60:40 Pépins de mandarine	0.3033	0.2031	0.5064
Inoculum 3	60	60:40 Concentré	0.3001	0.2042	0.5043
Inoculum 3	61	60:40 Pulpe d'orange	0.3053	0.203	0.5083
Inoculum 3	62	60:40 Grignons d'olive	0.3008	0.2006	0.5014
Inoculum 3	63	80:20 Pépins d'orange	0.4016	0.1026	0.5042
Inoculum 3	64	80:20 Pépins de mandarine	0.4098	0.1044	0.5142
Inoculum 3	65	80:20 Concentré	0.403	0.1027	0.5057
Inoculum 3	66	80:20 Pulpe d'orange	0.4044	0.1013	0.5057
Inoculum 3	67	80:20 Noyaux d'olive	0.4019	0.1047	0.5066
Inoculum 3	68	Paille:dattes 80:20	0.5001		0.5001
Inoculum 3	69	60:40 Pépins d'orange	0.3072	0.2039	0.5111
Inoculum 3	70	60:40 Pépins de mandarine	0.3053	0.2025	0.5078
Inoculum 3	71	60:40 Concentré	0.3083	0.2057	0.514
Inoculum 3	72	60:40 Pulpes d'orange	0.304	0.209	0.513
Inoculum 3	73	60:40 Grignons d'olive	0.3048	0.2057	0.5105
Inoculum 3	74	80:20 Pépins d'orange	0.4021	0.103	0.5051
Inoculum 3	75	80:20 Pépins de mandarine	0.4064	0.1005	0.5069
Inoculum 3	76	80:20 Concentré	0.4049	0.1041	0.509
Inoculum 3	77	80:20 Pulpes d'orange	0.4036	0.1024	0.506
Inoculum 3	78	80:20 Grignons d'olive	0.4007	0.1062	0.5069
Inoculum 3	79	Noyaux de dattes	0.5074		0.5074
Inoculum 3	80	Pépins d'orange	0.5049		0.5049
Inoculum 3	81	Pépins de mandarine	0.5014		0.5014
Inoculum 3	82	Concentré	0.5043		0.5043

Inoculum 3	83	Pulpe d'orange	0.5074		0.5074
Inoculum 3	84	Grignons d'olive	0.507		0.507
Inoculum 4	86	60:40 Pépins d'orange	0.3086	0.2065	0.5151
Inoculum 4	87	60:40 Pépins de mandarine	0.3036	0.2022	0.5058
Inoculum 4	88	60:40 Concentré	0.3018	0.2045	0.5063
Inoculum 4	89	60:40 Pulpe d'orange	0.3032	0.201	0.5042
Inoculum 4	90	60:40 Grignons d'olive	0.3073	0.2065	0.5138
Inoculum 4	91	80:20 Pépins d'orange	0.4	0.1056	0.5056
Inoculum 4	92	80:20 Pépins de mandarine	0.4059	0.1077	0.5136
Inoculum 4	93	80:20 Concentré	0.4033	0.1011	0.5044
Inoculum 4	94	80:20 Pulpe d'orange	0.4015	0.1072	0.5087
Inoculum 4	95	80:20 Noyaux d'olive	0.4044	0.1055	0.5099
Inoculum 4	96	Paille:dattes 80:20	0.5062		0.5062
Inoculum 4	97	60:40 Pépins d'orange	0.3067	0.2085	0.5152
Inoculum 4	98	60:40 Pépins de mandarine	0.3039	0.2039	0.5078
Inoculum 4	99	60:40 Concentré	0.3033	0.2018	0.5051
Inoculum 4	100	60:40 Pulpes d'orange	0.3077	0.2012	0.5089
Inoculum 4	101	60:40 Grignons d'olive	0.3006	0.2061	0.5067
Inoculum 4	102	80:20 Pépins d'orange	0.4077	0.1066	0.5143
Inoculum 4	103	80:20 Pépins de mandarine	0.4046	0.1069	0.5115
Inoculum 4	104	80:20 Concentré	0.4018	0.1032	0.505
Inoculum 4	105	80:20 Pulpes d'orange	0.4076	0.1078	0.5154
Inoculum 4	106	80:20 Grignons d'olive	0.4012	0.1061	0.5073
Inoculum 4	107	Noyaux de dattes	0.5006		0.5006
Inoculum 4	108	Pépins d'orange	0.5017		0.5017
Inoculum 4	109	Pépins de mandarine	0.5019		0.5019
Inoculum 4	110	Concentré	0.5035		0.5035
Inoculum 4	111	Pulpe d'orange	0.501		0.501
Inoculum 4	112	Grignons d'olive	0.504		0.504

### **2.2.3. Incubation *in vitro***

#### **2.2.3.1. Réactifs et appareils**

##### **2.2.3.1.1. Milieu de culture**

Pour préparer 6 litres du milieu de culture, il faut:

- 1425 ml solution tampon.
- 1425 ml MACRO.
- 7.2 ml MICRO.
- 7.2 ml de résasurin.
- 400 ml de réducteur.
- 1,8 g Na<sub>2</sub>S.
- 1,8 g Cys-HCl.
- 12 ml NaOH 1N.
- 2735 ml H<sub>2</sub>O distillée.
- des bouteilles en verre vides.
- un chromatographe à gaz (Shimadzu GC 14B; Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Germany), équipé avec un autosampler et une colonne GP 60/80 Carbopack C/0.3% Carbowax 20M/0.1% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (Supelco, Inc., Espagne).
- une unité ANKOM<sup>220</sup> (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, USA).

### 2.2.3.2. Procédure

Les échantillons de chaque aliment et ration étaient broyés à travers une mèche de 1 mm, et pesés précisément (500 mg) dans des bouteilles de sérum de 120-ml pour des incubations *in vitro*.

Le jus de rumen était obtenu à partir de rumen de 4 moutons canulés de la race Mérinos alimentés *ad libitum* avec du foin de luzerne de qualité moyenne.

Le contenu ruminal de chaque mouton était obtenu avant le repas du matin, mélangé et filtré à travers 4 couches de toile de fromage dans un Erlenmeyer. Les particules libres du fluide étaient mélangés avec une solution tampon de Goering et Van Soest (1970) dans une proportion de 1:4 (v:v) à 39°C sous rinçage continu avec du CO<sub>2</sub>.

Les bouteilles étaient préchauffées à (39°C) avant l'addition de 50 ml du jus de rumen tamponné à l'intérieur de chaque bouteille sous rinçage au CO<sub>2</sub>.

Les bouteilles étaient hermétiquement fermées avec des bouchons en caoutchouc et des capsules en aluminium à 39°C pendant 24 h. Les bouteilles étaient retirées de l'incubateur 24 h après.

La production totale de gaz était mesurée dans toutes les bouteilles en utilisant un transducteur à pression et une seringue calibrée, et des prélèvements de gaz (environ 15 ml) ont été effectués dans chaque bouteille et étaient stockés dans un tube sous vide à fin d'être analysé pour mesurer la concentration du méthane (CH<sub>4</sub>) ultérieurement.

Les bouteilles étaient décapsulées juste après, et le pH était immédiatement mesuré. Les fermentations étaient arrêtées en remuant les bouteilles dans de la glace. 1ml du contenu de la bouteille était ajouté à 1 ml d'une solution déprotéinisante (10% d'acide métaphosphorique et 0.06% acide crotonique p/v) pour l'analyse des acides gras volatiles (AGV) et un 1 ml était ajouté à 1 ml d'HCl pour l'analyse de NH<sub>3</sub>-N.

Le jus de rumen était filtré à travers deux couches de gaz et mis dans des thermos séparés (pour chaque brebis). ½ litre du liquide du rumen était retiré par brebis. En même temps, 6 litres du milieu de culture de Goering et Van Soest était préparé au niveau du laboratoire. 1400ml du milieu de culture était distribué dans les bouteilles et mis à l'intérieur de l'étuve.

La pression et le gaz ont été mesurés, en plus du méthane avant que les bouteilles soient ouvertes. Les AGV étaient mesurés par gaz chromatographie comme décrit par (Carro et al., 1999).

Le méthane était mesuré comme décrit par (Martínez et al., 2010). Le méthane était utilisé en injectant 0.5mL de gaz dans un GC (Shimadzu GC 14B; Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Germany), chauffé à 200°C et équipé avec un détecteur à flamme ionisante et une colonne remplie de Carboxène 1000 (Supelco, Madrid, Espagne). L'Hélium était utilisé comme gaz porteur et les pics étaient identifiés en comparaison avec un standard ayant une concentration de méthane connue.

La quantité d'AGV produite, était obtenue en soustrayant les quantités présentes dans le milieu d'incubation des autres quantités déterminées en fin de période d'incubation. La quantité de matière organique apparemment fermentée (MOAF) dans chaque bouteille était estimée à partir de la production nette d'acetate, de propionate et de butyrate comme il a été décrit par (Demeyer. 1991).

La concentration de NH<sub>3</sub>-N était déterminée par une méthode colorimétrique.

Les bouteilles ont été vidées pour qu'ils soient filtrés à travers des creusets. Les creusets contenant le résidu après fermentation sont placés à l'intérieur de l'étuve pour être pesés plus tard. La pesée des creusets a été faite avec le matériel résiduel sec. Le résidu sec est alors mis dans les sacs Ankom pour mesurer les FDN et les FDA disparues lors des fermentations.

## 2.3. Essai sur les animaux

### 2.3.1. Choix des animaux

30 antenais de la race Ouled Djellal, âgés d'un an en moyenne étaient achetés au niveau du marché hebdomadaire à bestiaux d'Ain Mlila. Les antenais étaient de la race Ouled Djellal, répartis au hasard en 5 groupes.

### 2.3.2. Les aliments et composition des rations

Les rations sont composées par les aliments décrits dans la section (2.2.2.1).

**Tableau. 14.** Composition des rations

Composition des rations					
Ingrédients	R1	R2	R3	R4	R5
PB (60%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
GO (40%)	-	+	-	-	-
PFO (40%)	-		1	1	
ND	-	-		200	200
CON (40%)	1	-	-	1	

### 2.3.3. Protocole d'expérimentation

Les antenais étaient assignés au hasard au sein de 5 lots. Chaque groupe contenait 6 animaux chacun.

Les animaux étaient habitués aux aliments durant 15 jours avant le début de l'expérimentation, les aliments étaient distribués une fois par jour. L'eau et les pierres minérales étaient mises à leur disposition tout le long de l'expérimentation. Avant le début de l'expérimentation, les antenais étaient traités contre les parasites internes avec l'Ivermectine et des vitamines ont été administrées par injections intramusculaires.

### **2.3.3.1. Pesée**

Les animaux étaient pesés chaque semaine pour évaluer la variation du poids et le GMQ durant l'essai.

### **2.3.3.2. Prélèvements de sang**

Des prélèvements de sang étaient collectés à partir de la veine jugulaire avant le petit déjeuner dans des tubes Vacutainer sous-vide avec un anticoagulant, centrifugés à 1500 x g pendant 5mn, congelés jusqu'à ce que les analyses soient effectuées.

#### **2.3.3.2.1. Mesure des paramètres biochimiques**

Les analyses étaient faites avec un spectrophotomètre UV, en utilisant des kits préparés. Les paramètres mesurés sont: le Ca, le glucose, les protéines et l'urée. L'objectif est étudié l'influence des rations sur les paramètres biochimiques.

## **2.4. Calculs et analyses statistiques**

L'analyse de variance ANOVA a été effectuée en utilisant le système Minitab 15. Pour les paramètres de fermentations, les données étaient analysées en utilisant la procédure mixte (SAS Inst. Inc., Cary, NC). La Signification dans tous les essais était déclarée comme importante à  $P < 0.05$ , alors qu'à  $P < 0.10$  les valeurs étaient considérées comme discutées. Quand un effet significatif du traitement ( $P < 0.05$ ) était détecté, des différences parmi les moyennes étaient testées utilisant le test à comparaison multiple Turkey.

## CHAPITRE. 3. RESULTATS & DISCUSSION

### 3.1. Composition chimique des aliments

Tableau. 15. Composition chimique des différents aliments

Aliments	% Cendres	% MO	% MAT	% FDN	% FDA	% Lig.	Hemi	Cell
PO	3,65	96,34	14,80	48,04	27,14	9,21	20,90	17,92
PM	3,33	96,66	14,40	46,92	24,46	8,45	22,45	16,01
PSO	3,65	96,35	6,00	21,40	14,51	1,60	6,88	12,91
PB	8,18	91,81	4,44	71,10	41,15	10,86	29,94	30,29
ND	1,02	98,98	5,10	86,45	62,05	23,13	24,40	38,91
GO	3,33	96,66	13,41	75,32	53,36	29,49	21,96	23,86
CON	6,53	93,46	12,85	58,84	7,177	2,12	51,67	5,04

L'analyse chimique des aliments a été faite selon les normes de l'**AOAC. 1999**,

L'analyse des MAT a été effectuée selon la méthode de référence Kjeldahl, les fibres ont été déterminé par la méthode de référence **Van Soest. et al., 1991**. Ces teneurs sont représentées dans le tableau sur la base de la matière sèche :

Les grignons d'olives ont montré une teneur en cendres de 3.33% soit 3.33g/100g de MS. Cette valeur est supérieure à celle rapportée par **Hadjipanayiotou. (1994)** (2%), et inférieure à celle donnée par **Molina et Aguilera. (1991)** qui ont trouvé une teneur en minéraux de 3%. La teneur des grignons d'olive en minéraux est similaire à celle rapportée par de nombreux auteurs cités par **Sansoucy. (1984)**. Les grignons d'olives contiennent 75.32, 53.36, 29.69% (FDN, FDA et lignine respectivement), ces valeurs sont comparables aux teneurs données par **Dembas. (2004)** ; **Garcia-Ibanez et al. (2006)** ; **Nefzaoui. (1979)** ; **Molina et Aguilera. (1991)** ; **Hadjipanayiotou. (1994)**.

Par ailleurs, la teneur en protéines des grignons d'olive dans notre étude est de 13.41%, supérieure à celle estimée par d'autres auteurs qui ont montré une teneur en MAT de 5.5 à 11.4% (**Hadjipanayiotou. 1994; Molina et Aguilera. 1991**).

La pulpe sèche d'oranges contient 3.65% de cendres, cette teneur est similaire à celle donnée par **Martinez Pascual et al., 1980 ; Onwuka et al., 1997 ; Silva et al., 1997**. Inférieure à celle mentionnée par **Harris et al. (1982)**, (4.7%) par **Ammerman et al. (1995)** (8.62%) ; **Arosemana et al. (1995)**; (5.14%) ; **NRC. 2005**; (6.6%) et **Gohl. (1980)** (5.5%).

La pulpe sèche d'oranges contient 6% de MAT comparables aux teneurs en MAT de la pulpe sèche d'agrumes trouvées par plusieurs auteurs, inférieures aux teneurs en MAT déterminées par **Gohl. 1980** (8.1%).

La pulpe sèche d'oranges contient une faible quantité de lignine, 1.6%. Cette teneur est identique à celle citée par **Martinez Pascual et al., 1980 ; Onwuka. 1997 ; Silva et al., 1997**.

D'autre part, la pulpe sèche d'oranges contient 21.4% ; 14.51% en FDN, FDA respectivement, cette teneur est plus faible que les teneurs observées par **Pascual et Carmona. 1980 ; Welsh et Smith. 1971** et qui sont de 27%, 25.6% pour l'FDN et 24% et 16.9% pour l'FDA respectivement.

La paille de blé quand à elle, contient 8.18% de minéraux, cette teneur est comparable à celle trouvée par **Topp et Oliver, 1993** avec 7.5%, chez **Chenost et al., 1991**, égale à 7%, **Chabaca et al., 2009** avec 7.62%. Dans **Feedipedia. 2013**, une moyenne des teneurs en minéraux est citée à partir de données de plusieurs auteurs et qui est égale à 9%. **Oosting et al. (1982)** ont donné une teneur en cendres de 13.5% de la paille de blé, cette teneur est nettement supérieure à celle trouvée dans notre étude. Quand aux MAT, la paille de blé contient 4.44% de la MS, cette valeur est similaire à celle rapportée par **Nyarko Baddr et al., 1993**, supérieure à celle observée par **Topp et Oliver. 1993** (3.5%); **Chabaca et al., 2009**; **Redden. 2012** (3.6%) **FAO. 1993** (3.7%); **Oosting et al., 1989** (2.4%).

La lignine est présente dans la paille de blé étudiée avec une teneur de 10.86%. Cette valeur est supérieure à la teneur en lignine des pailles de blé retrouvée chez plusieurs autres auteurs (**Chabaca et al., 2009 (6.41%) ; Feedipedia. 2013 (7.26%)**).

Les fibres aux détergents acides (FDA) dans la paille ont été de 41.15%, inférieures aux teneurs rencontrées dans d'autres études 63.9% ; 50% ; 48% ; 52%, **Chabaca et al., 2009 ; Feedipedia. 2013 ; Nyarko Baddr et al., 1993 ; Redeen. 2012** respectivement.

Les noyaux de dattes contiennent 1.02% de cendres, cette teneur est dans l'intervalle des valeurs retrouvées dans la littérature (**Al Wash et de Peters. 1982 ; El Shurafa et al., 1982 ; Al Hooti et al., 1988 ; Hamada et al., 2002; Al Dhaheri et al., 2004; Besbes et al., 2004; Belal et Al Owaifer. 2004 ; Al Masri. 2005 ; Ismail et al., 2006 ; Al Farsi et al., 2007 ; Rahman et al., 2007**) et inférieure à celle citée par **Barreveld. 1993**.

Par ailleurs les teneurs en FDN étaient de 86.45% et de ce fait sont plus importantes que dans les noyaux de dattes analysés par (**Al Masri. 2005 ; Belal. 2004 ; Attala et Harraz. 1996 ; Hamada et al., 2002**) et qui étaient respectivement de (63%; 63%; 65-69%; 65.5%).

Le concentré a montré des teneurs élevées en minéraux, MAT et en hémicellulose, alors qu'il a présenté une très faible teneur en lignine par rapport aux autres aliments. Le concentré analysé est composé principalement de graines de céréales (orge, maïs), de son et de graines de soja, riche en protéines ce qui explique la forte teneur du concentré étudié en MAT.

En somme, la teneur des aliments en MAT était située entre 4.44% pour la paille de blé, 6.01% pour la pulpe sèche d'oranges, 12.85% pour le concentré et 13.41% pour les grignons d'olives sur la base de la MS, pour les noyaux de dattes.

Par ailleurs, les grignons d'olives ont présenté la teneur la plus élevée en lignine (29.49%), suivi par les noyaux de dattes et la paille. De nombreux auteurs ont montré la même teneur (**Molina et Aguilera, 1991; 2003 Nefzaoui, 1991; Al**

**Masri, 1999).** Les noyaux de dattes ont une teneur en MAT égale à 5.1%, cette valeur est comparable aux teneurs mentionnées par d'autres auteurs (**Barreveld, 1993 ; Al Dhaheri et al., 2003 ; Belal, 2004 ; Attala et Harraz, 1996 ; Hamada et al., 2002 ; Habib et Ibrahim, 2009**).

Comme décrit dans le tableau 15, la pulpe sèche d'oranges et le concentré sont des aliments ayant une faible teneur en lignine (1.6; 2.13% respectivement). Ce résultat est comparable à celui donné par (**Pascual, 1980; Sauvart, 1979, INRA, 1988; Pascual et Carmona, 1980**).

Cette variabilité entre les différents aliments est comparable aux résultats obtenus par d'autres chercheurs. La teneur des matières azotées est similaire à celle donnée par **Harris et al., (1982); Hutton, (1987); Velloso, (1985); Rihani et al., (1986)** et est plus importante dans les grignons d'olives que celle citée par **Nefzaoui (1984, 1991); Al Jassim, (1997); Al Masri (1999, 2003); Martin Garcia et al. (2003); Molina Alcaide et al. (1991); Molina Alcaide, (2003)** qui ont trouvé une teneur dans l'intervalle de 5 et 10%.

## **3.2. Digestibilité *in vitro***

### **3.2.1. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, des noyaux de dattes et de concentré**

#### **3.2.1.1. Rations composées**

Les expérimentations de la digestibilité ont été réalisées sur des rations composées de paille de blé, de noyaux de dattes et de concentré avec plusieurs combinaisons:

- paille de blé 100% (PB), noyaux de dattes 100% (ND), ou de concentré 100% (CON).
- paille de blé 60% (PB) / concentré 40% (CON) (60PB).
- paille de blé 80% (PB) : concentré 20% (CON) (80PB).
- (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / concentré (CON) 60 :40 (60MIX).
- (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / concentré (CON) 80:20 (80MIX).

### 3.2.1.2. Composition chimique des aliments et des rations composées

**Tableau. 17.** Composition chimique (g/100 g MS) des aliments et des rations expérimentales

Aliments <sup>1</sup>	MO	MAT	FDN	FDA	Hemi	Cell	Lignin
Paille de blé (PB)	91.8	4.44	71.1	41.2	29.9	30.3	10.9
Noyaux de dattes (ND)	99.0	5.11	86.5	62.1	24.4	38.9	23.1
Concentré (CON)	93.5	12.85	58.9	7.18	51.7	5.05	2.13
Rations <sup>1</sup>							
80PB	92.2	6.13	68.7	34.4	34.3	25.3	9.12
60PB	92.5	7.81	66.2	27.6	38.6	20.2	7.37
MIX	93.3	4.58	74.2	45.3	28.8	32.0	13.3
80MIX	93.3	6.23	71.1	37.7	33.4	26.6	11.1
60MIX	93.3	7.89	68.0	30.1	38.0	21.2	8.84

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé :noyaux de dattes; 80PB: 80:20 paille de blé:concentré; 60PB: 60:40 paille de blé:concentré; 80MIX, 80:20 MIX:concentré; 60MIX, 60:40 MIX:concentré, CON: concentré.

Dans le tableau 17. On retrouve la composition chimique des aliments et des rations<sup>1</sup>. La ration composée de paille de blé (PB) + noyaux de dattes (ND) dénommée MIX, a montré la plus faible teneur en MAT et en hémicellulose par rapport aux autres rations avec une teneur égale à 4.58%, 28.8% respectivement. Les rations 60PB et 60MIX ont montré la plus grande teneur en MAT (7.81, 7.89%) et la plus faible teneur en lignine avec 7.37, 8.84% respectivement. Cette teneur élevée des deux rations on MAT est due à la forte proportion du concentré dans ces rations (40%).

### 3.2.1.3. Paramètres de fermentations des rations contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes ou du concentré (100%)

**Tableau. 18.** pH final, production des acides gras volatils (AGV), gaz et méthane, concentration d'H<sub>3</sub>-N et matière organique apparemment fermentée (MOAF) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de concentré dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal 24 h (n=4)

	Ration 1 <sup>(1)</sup>			
	PB	ND	CON	Valeur P
pH	6.97 <sup>b</sup>	7.10 <sup>c</sup>	6.76 <sup>a</sup>	<0.001
AGV(μmol)				
Acétate	1613 <sup>b</sup>	1207 <sup>a</sup>	2118 <sup>c</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>b</sup>	385 <sup>a</sup>	888 <sup>c</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	308 <sup>a</sup>	743 <sup>b</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	139 <sup>a</sup>	188 <sup>b</sup>	0.002
Total	2635 <sup>b</sup>	2039 <sup>a</sup>	3937 <sup>c</sup>	<0.001
Proportions molaires des AGV (mol/100 mol):				
Acétate	61.3 <sup>a</sup>	59.5 <sup>b</sup>	53.9 <sup>b</sup>	0.001
Propionate	21.4 <sup>b</sup>	18.8 <sup>a</sup>	22.4 <sup>b</sup>	0.006
Butyrate	11.7 <sup>a</sup>	15.0 <sup>b</sup>	18.9 <sup>c</sup>	<0.001
Autres <sup>3</sup>	5.58 <sup>a</sup>	6.73 <sup>b</sup>	4.78 <sup>a</sup>	0.003
Acétate/Propionate	2.89 <sup>b</sup>	3.18 <sup>c</sup>	2.45 <sup>a</sup>	0.002
Gaz (μmol)	2768 <sup>b</sup>	2109 <sup>a</sup>	4676 <sup>c</sup>	<0.001
Méthane (μmol)	437 <sup>a</sup>	419 <sup>a</sup>	581 <sup>b</sup>	0.004
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	359 <sup>b</sup>	316 <sup>a</sup>	361 <sup>b</sup>	0,031
MOAF (mg)	226 <sup>b</sup>	179 <sup>a</sup>	364 <sup>c</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; ND: noyaux de dattes, CON: concentré.

<sup>2</sup> erreur standard des moyennes.

<sup>3</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

a, b, c, d, e: valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Les résultats des fermentations *in vitro* de la paille, des noyaux de dattes et du concentré avec le fluide ruminal provenant des 4 animaux (n=4) sont représentés dans le tableau 18. Pour les noyaux de dattes, la production d'AGV était 1.3 fois moins ( $P < 0.001$ ) que celle de la paille qui coïncide avec une teneur plus élevée en FDN et en lignine de cet aliment.

En comparaison avec la paille, les fermentations *in vitro* des noyaux de dattes ont donné des proportions plus faibles en acétate et en propionate ( $P < 0.05$ ), mais plus élevées en butyrate et autres AGV mineurs ( $P < 0.05$ ) (isobutyrate, valériate, et isovalériate et le rapport acétate/propionate).

Par contre, il n'y a pas eu de différences ( $p > 0.05$ ) dans la production de méthane entre la paille de blé et les noyaux de dattes. Les concentrations du  $\text{NH}_3\text{-N}$  étaient plus faibles ( $P < 0.05$ ) pour les noyaux de dattes que pour la paille malgré que les teneurs en protéines dans les différents aliments soient similaires, 5.11 et 4.44g/100g de MS pour les noyaux de dattes et pour la paille de blé respectivement. Cette différence peut être due à une faible dégradabilité des protéines des noyaux de dattes par rapport aux protéines de la paille.

Comme attendu, la fermentation, du concentré a présenté une production plus élevée d'AGV ( $P < 0.001$ ), et un plus faible rapport acétate/propionate ( $P < 0.001$ ), que celle de la paille de blé et des noyaux de dattes, en adéquation avec la faible teneur du concentré en FDA.

La forte teneur en protéines du concentré analysé aboutit à une forte concentration du  $\text{NH}_3\text{-N}$  ( $P < 0.05$ ) dans les cultures avec le concentré comme substrat par rapport au milieu de culture des noyaux de dattes (361mg/L versus 316mg/L respectivement).

Le fait notable est que dans toutes les cultures, les concentrations du  $\text{NH}_3\text{-N}$ , étaient au-dessus de la maximale des fermentations habituellement retrouvées (Mehrez et al., 1978), due à l'utilisation d'un tampon riche en azote pour l'incubation *in vitro*.

La concentration supérieure ( $P < 0.05$ ) en  $\text{NH}_3\text{-N}$  a été observée dans les cultures avec la paille de blé en comparaison avec celle des noyaux de dattes, ceci ne peut être expliqué par des différences de teneur en protéines brutes puisque les 2 aliments ont une teneur en protéines similaires, 4.44g/100g de MS et 5.11g/100g de MS pour la paille de blé et les noyaux de dattes respectivement. La digestibilité des protéines des noyaux de dattes est connue pour être plus faible que la digestibilité des protéines de la paille de blé (Al Yousef et al., 1993) et peut même s'annuler ou aller vers des valeurs négatives retrouvées dans quelques études (El Shazly et al., 1963).

### 3.2.1.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de concentré

**Tableau. 19.** pH final, production des acides gras volatils (AGV), gaz et méthane, concentration d'NH<sub>3</sub>-N et matière organique apparemment fermentée (MOAF) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et des échantillons de concentré dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24h (n=4)

	Rations1 <sup>(1)</sup>						P
	PB	80PB	60PB	MIX	80MIX	60MIX	
pH	6.97	6.92	6.91	7.00	6.92	6.93	0.059
AGV (µmol)							
Acétate	1613	1781 <sup>cd</sup>	1711 <sup>bc</sup>	1486 <sup>a</sup>	1774 <sup>cd</sup>	1892 <sup>d</sup>	0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	611 <sup>ab</sup>	697 <sup>bc</sup>	538 <sup>a</sup>	580 <sup>ab</sup>	660 <sup>bc</sup>	0.017
Butyrate	310 <sup>a</sup>	397 <sup>b</sup>	492 <sup>c</sup>	355 <sup>ab</sup>	406 <sup>b</sup>	523 <sup>c</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147	150	161	160	152	179	0.315
Total	2635	2940 <sup>bc</sup>	3061 <sup>cd</sup>	2539 <sup>a</sup>	2911 <sup>b</sup>	3254 <sup>e</sup>	<0.001
Proportions molaires des AGV (mol/100 mol):							
Acétate	61.3	60.8	56.4	58.6	61.1	58.2	0.191
Propionate	21.4	20.7	22.4	21.1	19.8	20.2	0.346
Butyrate	11.7 <sup>a</sup>	13.5 <sup>ab</sup>	15.9 <sup>c</sup>	14.0 <sup>b</sup>	13.9 <sup>b</sup>	16.1 <sup>c</sup>	0.001
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	5.09 <sup>a</sup>	5.23 <sup>a</sup>	6.27 <sup>b</sup>	5.20 <sup>a</sup>	5.51 <sup>a</sup>	0.045
Acétate/Propionate (mol/mol)	2.89	3.00	2.68	2.78	3.11	2.90	0.394
Gaz (µmol)	2768	3203 <sup>c</sup>	3510 <sup>d</sup>	2588 <sup>a</sup>	3136 <sup>c</sup>	3513 <sup>d</sup>	<0.001
Méthane (µmol)	437	516	474	462	508	434	0.108
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	359	341	348	330	331	341	0.121
MOAF (mg)	226 <sup>ab</sup>	258 <sup>bc</sup>	275 <sup>cd</sup>	221 <sup>a</sup>	245 <sup>bc</sup>	292 <sup>d</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB paille de blé; 80PB: 80:20 paille de blé:concentré; 60PB: 60:40 paille de blé:concentré MIX: 80:20 paille de blé: noyaux de dattes; 80MIX: 80:20 MIX:concentré; 60MIX: 60:40 MIX:concentré.

<sup>2</sup> erreur standard des moyennes.

<sup>3</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

a, b, c, d: valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Les résultats des fermentations *in vitro* des rations expérimentales sont indiqués dans le tableau 19, pour les 2 fourrages (paille, MIX), la complémentation avec le concentré a induit l'augmentation ( $P < 0.05$ ) de la production des AGV totaux, acétate, propionate et butyrate sans changement ( $P > 0.05$ ) dans la production des AGV mineurs. Ces résultats sont similaires avec ceux des autres études (**Garcia-Martinez et al., 2005 ; Martinez et al., 2010**) dans lesquelles les rations avec différentes proportions (fourrage/concentré) étaient fermentées *in vitro* avec le jus du rumen d'ovins. Mieux encore, les différences observées entre le modèle de fermentation de la paille de blé et le mélange, comme seul aliment, et que les rations contenant le concentré ressemblent étroitement au modèle de fermentations *in vivo* chez les ovins ayant ingérés des fourrages pauvres complétés avec du concentré (**Fondevila et al., 1994 ; Castro et al., 2002**). Le pH final était entre 6.91 et 7 pour toutes les rations et étaient dans l'intervalle des valeurs idéales de l'activité cellulolytique (**Stewart. 1977**). Il n'y a pas eu de différence significative ( $P < 0.05$ ) entre 80PB et 80MIX dans tous les paramètres mesurés, indiquant que le remplacement de la paille de blé par des noyaux de dattes des fourrages n'a pas eu d'effet sur les fermentations ruminales des rations.

Cependant, la production d'acide acétique et des AGV totaux étant 11 et 6% supérieure ( $P < 0.05$ ) respectivement en comparaison à celle du 60PB. Aucune différence significative ( $P > 0.05$ ) dans le reste des paramètres de fermentations déterminés des 2 rations (60PB et 60MIX) n'a été observée.

Les noyaux de dattes n'ont pas influencé la digestibilité des aliments dans toutes les rations (voir figure3).

Ces résultats indiquent que le remplacement de la paille de blé par des noyaux de dattes à 20% de la portion fourragère est un moyen facile pour l'augmentation de la production des AGV.

### **3.2.2. Etude de la digestibilité de rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et de pépins d'oranges**

#### **3.2.2.1. Rations composées**

Les essais de digestibilité ont été faits sur des rations composées de paille de blé, de noyaux de dattes et de concentré avec plusieurs combinaisons:

- paille de blé 100% (PB), noyaux de dattes 100% (ND), ou pépins d'oranges 100% (PO).
- paille de blé 60% (PB) / pépins d'orange 40% (PO) (60PPO).
- paille de blé 80% (PB) / pépins d'orange 20% (80PPO).
- 60 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / pépins d'orange 40% (PO) (60MIXPO).
- 80 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / pépins d'orange 20% (PO) (80MIXPO).

### 3.2.2.2. Composition chimique des aliments et des rations composées

**Tableau. 20.** Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille et des rations PB, MIX, PO et P+PO (différentes proportions)

Aliments <sup>1</sup>	% MO	% MAT	% FDN	% FDA	% Lig.	Hemi	Cell
PB	91.8	4.44	71.1	41.1	10.8	29.9	30.2
60PPO	93,6	8,55	61,87	35,55	10,20	26,32	25,34
80PPO	93,8	6.62	68.9	41.7	12.5	27.2	29.19
MIX	93.3	4.58	74.2	45.3	28.8	32.0	13.3
60 MIXPPO	94.4	8.66	63.72	38.05	11.6	25.6	26.3
80 MIXPPO	92.7	6.51	66.4	38.35	10.5	28.1	27,8
PO	96.34	14.8	48.04	27,1	9.2	20.9	17.9

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé :noyaux de dattes; 60PPO 60:40 paille de blé: pépins d'oranges, 80PPO: 80:20 paille de blé: pépins d'oranges; 60MIXPPO: pépins d'oranges, 80:20MIXPPO: pépins d'orange, PO: pépins d'oranges.

Dans le groupe des rations 2, la ration composée de pépins d'oranges a montré la plus grande teneur en MAT avec 14.8%, et une très faible teneur en lignine avec (9.2%) en comparaison avec les autres rations.

La paille de blé et le mélange de paille de blé + noyaux de dattes ont montré la plus faible teneur en matières azotées avec 4.44 et 4.58%.

Les rations PPO et MIXPPO ont montré en général, des teneurs comparables en composés chimiques.

### 3.2.2.3. Paramètres de fermentations des rations contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes ou des pépins d'oranges (100%)

**Tableau. 20.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes, de pépins d'oranges dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Rations2 <sup>(1)</sup>			
	PB	PO	ND	P
pH	6.97 <sup>a</sup>	6.97 <sup>a</sup>	7.1 <sup>b</sup>	0.008
AGV(μmol)				
Acétate	1613 <sup>a</sup>	3246 <sup>b</sup>	1207 <sup>a</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	1250 <sup>b</sup>	385 <sup>a</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	750 <sup>b</sup>	308 <sup>a</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	493 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	5735 <sup>b</sup>	2039 <sup>a</sup>	<0.001
Proportions molaires des AGV (mol/100 mol):				
Acétate	61.3	56.4	59.5	0.28
Propionate	21.4	21.8	18.8	0.16
Butyrate	11.7 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>	0.008
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	8.53 <sup>b</sup>	6.73 <sup>a</sup>	0.004
Acétate/Propionate	2.89	2.7	3.18	0.33
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	2804 <sup>a</sup>	2109 <sup>b</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	485 <sup>b</sup>	179 <sup>a</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; ND: noyaux de dattes, PO : pépins d'oranges.

<sup>2</sup> erreur standard des moyennes.

<sup>3</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c</sup>: valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Les résultats des fermentations *in vitro* de la paille, des noyaux de dattes et les pépins d'oranges avec le fluide ruminal provenant des animaux sont représentés dans le tableau 20. En comparaison avec la paille et les noyaux de dattes les fermentations *in vitro* des pépins d'oranges ont induit une production accrue ( $P < 0.001$ ) en acide acétique, en acide propionique et en acide butyrique et les acides gras mineurs avec 3246  $\mu\text{mol}$ , 1250  $\mu\text{mol}$ , 750  $\mu\text{mol}$  et 493  $\mu\text{mol}$  respectivement (voir figure 4 et 5). Les pépins d'oranges ont donné des proportions inférieures en acide acétique par rapport à la paille de blé et les noyaux de dattes 56.4%.

Le rapport acide acétique/acide propionique est comparable dans les trois rations ( $P=0.33$ ).

Il est à noter qu'il n'y a pas eu de différences dans la production de gaz entre la paille de blé et les pépins d'oranges le volume de gaz était de 2768  $\mu\text{mol}$  et 2804  $\mu\text{mol}$  respectivement.

D'autres parts, dans la ration à base de pépins d'oranges, la matière organique apparemment fermentée était la plus grande avec 485  $\mu\text{mol}$  en comparaison avec la ration composée par la paille de blé et la ration composée par les noyaux de dattes qui étaient de 226  $\mu\text{mol}$  et 179  $\mu\text{mol}$  respectivement ( $P > 0.05$ ).

### 3.2.2.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de pépins d'oranges

**Tableau. 21.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de pépins d'orange dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h (n=4)

Aliments <sup>1</sup>	Rations <sup>2</sup>							P
	PB	80PPO	60PPO	MIX	80MIXPPO	60MIXPPO	PO	
Paramètres								
pH	6.97	6,97	6,97	7	6.99	6.97	6.97	0.90
AGV(μmol)								
Acétate	1613 <sup>a</sup>	3048 <sup>b</sup>	3117 <sup>b</sup>	1486 <sup>a</sup>	3110 <sup>b</sup>	3068 <sup>b</sup>	3240 <sup>b</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	1133 <sup>b</sup>	1065 <sup>b</sup>	538 <sup>a</sup>	1038 <sup>b</sup>	1024 <sup>b</sup>	1250 <sup>b</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	625 <sup>b</sup>	608 <sup>a</sup>	355 <sup>c</sup>	623 <sup>b</sup>	619 <sup>b</sup>	750 <sup>a</sup>	<0.001
Autres <sup>3</sup>	147 <sup>a</sup>	311 <sup>b</sup>	339 <sup>b</sup>	160 <sup>b</sup>	293 <sup>b</sup>	312 <sup>b</sup>	493 <sup>c</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	5118 <sup>b</sup>	5130 <sup>b</sup>	2539 <sup>a</sup>	5066 <sup>b</sup>	5025 <sup>b</sup>	5735 <sup>c</sup>	<0.001
Proportions molaires								
Acétate	61.3 <sup>a</sup>	59.5 <sup>a</sup>	60.7 <sup>a</sup>	58.5	61.4 <sup>a</sup>	61.0 <sup>a</sup>	56.4 <sup>b</sup>	<0.05
Propionate	21.4	22.1	20.7	21.1	20.4	20.3	20.5	0.9
Butyrate	11.7	12.2	11.8	13.9	12.2	12.3	13	0.08
Autres <sup>2</sup>	5.58	6.0	6.6	6.3	5.7	6.2	8.5	<0.001
Acetate/Prop	2.89 <sup>a</sup>	2.69 <sup>a</sup>	2.93 <sup>b</sup>	2.77 <sup>a</sup>	3.0 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	2.75 <sup>a</sup>	0.01
Gaz (μmol)	2768	2721	2581	2588	2582	2636	2804	0.90
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	439 <sup>b</sup>	422 <sup>b</sup>	221 <sup>a</sup>	410 <sup>b</sup>	413 <sup>b</sup>	485 <sup>b</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé :noyaux de dattes; 60PPO 60:40 paille de blé: pépins d'oranges, 80PPO: 80:20 paille de blé: pépins d'oranges; 60MIXPPO: pépins d'oranges, 80:20MIXPPO: pépins d'orange, PO: pépins d'oranges.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c</sup>: valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Les résultats des fermentations *in vitro* des rations expérimentales sont indiqués dans le tableau 21, pour les 2 fourrages (paille, MIX), la complémentation avec la pulpe d'orange sèche a induit l'augmentation ( $p < 0.001$ ) de la production des AGV totaux, acétate, propionate butyrate et les autres AGV mineurs.

Il n'y a pas eu de différence significative entre 80PO et 80MIXPO et 60PO et 60MIXPO dans la production d'acide acétique, propionique, l'acide butyrique et les AGV mineurs, cela indique que l'incorporation des noyaux de dattes dans des rations en remplacement de la paille n'a aucun effet sur la production des principaux AGV dans les rations composées de pépins d'oranges.

Les AGV totaux dans les rations 60 PO, 60MIX, 80PO, 80MIXPO et PO étant de deux à trois fois supérieurs aux rations composées par la paille de blé, la MIX et ( $P < 0.001$ ) avec des valeurs égales à 5118  $\mu\text{mol}$ , 5130  $\mu\text{mol}$ , 5066  $\mu\text{mol}$ , 5025  $\mu\text{mol}$  et 5735  $\mu\text{mol}$  respectivement versus 2635  $\mu\text{mol}$  pour la paille de blé et 2539  $\mu\text{mol}$  dans la ration composée par les noyaux de dattes.

La quantité de la matière organique apparemment fermentée était la même pour les rations 60PO, 80PO, 60 MIXPO, 80MIXPO et 100PO avec 422mg, 439mg, 413mg, 410mg et 485mg respectivement et différente par rapport à la PB et MIX avec des valeurs égales à 226mg et 221mg respectivement.

L'addition des noyaux de dattes dans les rations 60 MIXPPO et 80 MIXPPO a augmenté le rapport acide acétique/acide propionique à 3, la proportion de l'acide acétique a augmenté par l'addition des noyaux de dattes bien que les pépins d'oranges ont donné un rapport acide acétique/acide propionique comparable à la ration composée exclusivement de pépins d'oranges.

L'incorporation des pépins d'oranges a permis d'assurer une production plus élevée en acétate, propionate, butyrate, AGV mineurs et AGV totaux et une meilleure digestibilité de la matière organique. L'addition des pépins d'oranges

dans les rations pourrait jouer le rôle d'un additif alimentaire qui favorise les fermentations microbiennes dans le rumen.

### 3.2.2.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de pépins d'oranges

**Tableau. 22.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de pépins d'oranges dans des bouteilles de cultures d'un mélange ruminal de microorganismes durant 24h (n=4)

	Ration2 <sup>(1)</sup>				
	60PPO	80PPO	60MIXPPO	80MIXPPO	PO
NDF	73,02	75,29	73,55	77,01	55,12
ADF	45,38	45,82	47,71	49,19	39,68
LIG	7,99	9,21	10,81	10,58	10,58
dMS	32,82	22,74	24,15	21,21	44,98
dFDN	21,01	12,44	12,43	11,87	37,26
dFDA	14,54	7,73	4,89	6,9	20,03
dLign	47,02	32,99	29,92	33,16	36,51

<sup>1</sup> 60PPO 60:40 paille de blé: pépins d'oranges, 80PPO: 80:20 paille de blé: pépins d'oranges; 60MIXPPO: pépins d'oranges, 80:20MIXPPO: pépins d'orange, PO: pépins d'oranges.

La digestibilité de la matière sèche, de l'FDN, l'FDA et de la lignine de la pulpe d'orange est la plus élevée entre les rations avec 44%, 37.2%, 20.0%, 36.5% respectivement par rapport aux autres rations.

L'incorporation des noyaux de dattes dans les rations 60 et 80MIX n'a pas eu d'effet significatif sur la digestibilité des rations (figure 6).

### **3.2.3. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (rations 3)**

#### **3.2.3.1. Rations composées**

Les tests de la digestibilité ont été effectués sur des rations composées de paille de blé, de noyaux de dattes et de concentré avec plusieurs combinaisons:

- paille de blé 100% (PB), noyaux de dattes 100% (ND), ou pépins de mandarines 100% (PM).
- paille de blé 60% (PB) / pépins de mandarines 40% (PM) (60PPM).
- paille de blé 80% (PB) / pépins de mandarines 20% (80PPM).
- 60 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / pépins de mandarines 40% (PM) (60MIXPM).
- 80 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / pépins de mandarines 20% (PM) (80MIXPM).

### 3.2.3.2. Composition chimique des aliments et des rations composées

**Tableau. 23.** Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille et rations PB, MIX, PM et PPM (différentes proportions)

Rations 3 <sup>(1)</sup>	% MO	% MAT	% FDN	% FDA	% Lig.	Hemi	Cell
PB	91.8	4.44	71.1	41.1	10.8	29.9	30.2
60PPM	93,7	8,42	61,4	34,4	9.89	26,9	24.5
80PPM	93,9	6.54	68.7	41.1	12.3	27.5	28.8
MIX	93.3	4.58	74.2	45.3	28.8	32.0	13.3
60MIXPPM	94.6	8.5	63.2	36.9	11.3	25.2	25.6
80MIXPPM	92.7	6.43	66.2	37.8	10.3	28.4	27,4
PM	96.6	14.4	46.9	24.4	8.45	22.4	16

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé: noyaux de dattes, 60PPM 60:40 paille de blé: pépins de mandarines, 80PPM: 80:20 paille de blé: pépins de mandarines; 60MIXPPM: pépins de mandarines, 80:20MIXPPM: pépins de mandarines, PM: pépins de mandarines.

Les pépins de mandarines comme les pépins d'oranges ont montré la plus grande teneur en MAT avec 14.4% et la plus faible teneur en lignine avec 8.45%. Ce qui va permettre une plus grande digestibilité de la MS et la MO.

### 3.2.3.3. Paramètres de fermentations des rations contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes ou des pépins de mandarines (100%)

**Tableau. 24.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, de pépins de mandarines dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Ration 3 <sup>(1)</sup>			
	PB	PM	ND	P
pH	6.97 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	7.1 <sup>b</sup>	0.002
AGV (µmol)				
Acétate	1613 <sup>a</sup>	3636 <sup>b</sup>	1207 <sup>a</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	1287 <sup>b</sup>	385 <sup>a</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	711 <sup>b</sup>	308 <sup>a</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	963 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	6598 <sup>b</sup>	2039 <sup>a</sup>	<0.001
Proportions molaires				
Acétate	61.3 <sup>a</sup>	55.1 <sup>b</sup>	59.5 <sup>a</sup>	<0.05
Propionate	21.4	19.5	18.8	0.18
Butyrate	11.7 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	0.001
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	14.5 <sup>b</sup>	6.73 <sup>a</sup>	0.04
Acétate/Propionate	2.89	2.82	3.18	0.53
Gaz (µmol)	2768 <sup>a</sup>	3129 <sup>b</sup>	2109 <sup>c</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	510 <sup>b</sup>	179 <sup>a</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB : paille de blé ; ND : noyaux de dattes, PM : pépins de mandarines.

<sup>2</sup>calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c</sup> : valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Les noyaux de dattes ont donné un pH supérieur au pH de la paille de blé et les pépins de mandarines (P=0.002).

Par ailleurs, les pépins de mandarines ont produit deux fois plus d'acide acétique avec 3636 µmol versus 1613 µmol et 1207 µmol pour la ration de la paille de blé et la ration des noyaux de dattes respectivement et 1287 µmol

versus 565  $\mu\text{mol}$  et 358  $\mu\text{mol}$  d'acide propionique, pour la paille de blé et les noyaux de dattes respectivement.

D'autre part, les pépins de mandarines ont produit jusqu'à 6 fois plus les AGV mineurs que la paille de blé et les noyaux de dattes.

Il est à noter que la proportion de l'acide butyrique des noyaux de dattes était la plus grande parmi les rations avec 15% versus 11.7% pour la paille de blé et les noyaux de dattes. Il est connu que les noyaux de dattes sont riches en lipides qui jouent un rôle dans la synthèse de l'acide butyrique.

### 3.2.3.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de pépins de mandarines

**Tableau. 25.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de PM dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Ration <sup>3</sup>						PM	P
	PB	80PPM	60PPM	MIX	80MIX	60MIXPPM		
pH	6.97	6,98	6,97	7.00	6.95	6.98	6.95	0.29
AGV(μmol)								
Acétate	1613 <sup>a</sup>	3223 <sup>b</sup>	2315 <sup>b</sup>	1486 <sup>a</sup>	3064 <sup>b</sup>	3202 <sup>b</sup>	3636 <sup>b</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	1146 <sup>b</sup>	805 <sup>c</sup>	538 <sup>a</sup>	1060 <sup>b</sup>	1119 <sup>b</sup>	1287 <sup>b</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	640 <sup>b</sup>	475 <sup>b</sup>	355 <sup>a</sup>	653 <sup>b</sup>	686 <sup>b</sup>	712 <sup>b</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	725 <sup>b</sup>	263 <sup>b</sup>	160 <sup>a</sup>	923 <sup>b</sup>	897 <sup>b</sup>	963 <sup>b</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	5734 <sup>b</sup>	3858 <sup>c</sup>	2539 <sup>a</sup>	5700 <sup>b</sup>	5904 <sup>b</sup>	6598 <sup>c</sup>	<0.001
Proportions molaires AGV (mol/100 mol):								
Acétate	61.3 <sup>a</sup>	56.2 <sup>b</sup>	60.0 <sup>a</sup>	58.6 <sup>a</sup>	53.7 <sup>b</sup>	55.1 <sup>b</sup>	55.1 <sup>b</sup>	0.05
Propionate	21.4	19.9	20.8	21.5	18.5	18.9	19.5	0.9
Butyrate	11.7	11.1	12.3	13.5	11.4	11.6	10.7	0.054
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	12.6 <sup>b</sup>	6.81 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	16.1 <sup>b</sup>	15.1 <sup>b</sup>	14.5 <sup>b</sup>	<0.001
Acétate/Pro	2.89	2.82	2.88	2.78	2.90	2.9	2.82	0.1
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	2770 <sup>b</sup>	2877 <sup>b</sup>	2588 <sup>a</sup>	2663 <sup>b</sup>	2885 <sup>b</sup>	3129 <sup>b</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	460 <sup>b</sup>	333 <sup>b</sup>	221 <sup>a</sup>	440 <sup>b</sup>	460 <sup>b</sup>	510 <sup>b</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé :noyaux de dattes; 60PPO 60:40 paille de blé: pépins de mandarines, 80PPO: 80:20 paille de blé: pépins de mandarines; 60MIXPPO: pépins de mandarines mandarines, 80:20MIXPPO: pépins de mandarines, PO: pépins de mandarines.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c</sup> valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Ce qui ressort des fermentations des rations composées en partie par les pépins de mandarines que :

- l'addition des noyaux de dattes n'a pas eu d'effet sur la majorité des paramètres de fermentations de rations 80PPM et 80MIXPPM.
- l'addition des noyaux de dattes dans la ration 60MIXPPM a eu pour effet l'augmentation de l'acide acétique et de l'acide butyrique avec 3202 $\mu$ mol, 686 $\mu$ mol respectivement dans la 60MIXPPM contre 2315 $\mu$ mol et 475 $\mu$ mol dans la 60PPM respectivement.

Ce qui a caractérisé ces fermentations, également, est l'augmentation inexplicée dans la synthèse des acides gras mineurs avec des proportions élevées par rapport à la normale et qui étaient de 12.6%, 16.1%, 15.1% et 14.5% dans les rations 80PPM, 80MIXPPM et 60MIXPPM respectivement (figure 7).

### 3.2.3.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de pépins de mandarines

**Tableau. 26.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de pépins de mandarine

	Rations 3 <sup>(1)</sup>				
	60PPM	80PPM	60MIXPPM	80 MIXPPM	PPM
NDF	71,16	74,39	5,89	76,17	54,17
ADF	43,62	45,39	46,06	49,86	38,6
LIG	8,66	8,98	10,11	13,8	18,78
dMS	28,82	25,78	26,29	25,58	47,1
dFDN	17,73	11,21	16,28	16,9	38,96
dFDA	10,16	6,59	8,26	9,27	16,55
dLig	37,81	24	34,55	17,45	18,53

<sup>1</sup> 60PPM 60:40 paille de blé: pépins de mandarines, 80PPM: 80:20 paille de blé: pépins de mandarines; 60MIXPPM: pépins de mandarines, 80MIXPPM: pépins de mandarines, PM: pépins de mandarines.

Ce qui caractérise la digestibilité de la matière sèche, l'FDN, l'FDA et la lignine dans le groupe des rations 3, est que la digestibilité des pépins de mandarines à 100% était la plus grande parmi les rations.

L'incorporation des noyaux de dattes dans la ration 80PPM a permis d'améliorer la digestibilité de l'FDN et de l'FDA à raison de 16.9 versus 11.21 et 9.27/6.59 pour les 80PPM. Les noyaux de dattes ont permis une meilleure utilisation de la cellulose et de l'hémicellulose par rapport à la lignine (figure 6).

### **3.2.4. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et de la pulpe sèche d'oranges**

#### **3.2.4.1. Rations composées**

Les tests de la digestibilité ont été fait sur des rations composées de paille de blé, de noyaux de dattes et de concentré avec plusieurs combinaisons:

- paille de blé 100% (PB), noyaux de dattes 100% (ND), ou pulpe sèche d'oranges 100% (PSO).
- paille de blé 60% (PB) / pulpe sèche d'oranges 40% (PSO) (60PPSO).
- paille de blé 80% (PB) / pulpe sèche d'oranges 20% (80PPSO).
- 60 %(paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND))/pulpe sèche d'oranges 40% (PSO) (60MIXPPSO).
- 80 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND))/pulpe sèche d'oranges 20% (PO) (80MIXPPSO).

### 3.2.4.2. Composition chimique des aliments et des rations composées

**Tableau. 27.** Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille et les autres aliments (60/40MIX) PB, MIX, PSO et MIXPSO (différentes proportions)

Rations 4 <sup>(1)</sup>	% MO	% MAT	% FDN	% FDA	% Lig.	Hemi	Cell
PB	91.8	4.44	71.1	41.1	10.8	29.9	30.2
60:40 PPSO	93,6	5.06	51.2	30.5	7.15	20.7	23.3
80:20 PPSO	93,8	4.86	63.6	39.1	10.9	24.4	28.1
MIX	93.3	4.58	74.2	45.3	28.8	32.0	13.3
60:40MIXPPSO	94.4	5.14	53.0	33	8.63	20.0	24.3
80:20 MIXPPSO	92.7	4.75	61.1	35.8	9.01	25.3	26.8
PPSO	96.3	6	21.4	14.5	1.60	6.88	12.9

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé: noyaux de dattes, 60PSO 60:40 paille de blé: pulpe sèche d'oranges, 80PSO: 80:20 paille de blé: pulpe sèche d'oranges; 60MIXPSO: pulpe sèche d'oranges, 80:20MIXPSO: pulpe sèche d'oranges, PSO: pulpe sèche d'oranges.

Toutes les rations ont montré une faible valeur en MAT avec une teneur entre 4.44 et 5.14 %, due à la faible teneur des trois aliments composants ces rations en matières azotées totales.

La PSO se caractérise par une très faible teneur en lignine, hémicellulose et cellulose (1.6, 6.88, 12.9% respectivement) en comparaison avec les autres rations. Les rations composées de paille et de PSO ont également une faible teneur en lignine avec des valeurs entre 7.15 et 10.9%.

### 3.2.4.3. Paramètres des fermentations dans les rations contenant de la paille de blé des noyaux de dattes et de la pulpe sèche d'oranges 100%

**Tableau. 28.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, de pulpe sèche d'oranges dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Ration 4 <sup>(1)</sup>			
	PB	PSO	ND	P
pH	6.97 <sup>a</sup>	6.57 <sup>b</sup>	7.1 <sup>c</sup>	<0.001
AGV(μmol)				
Acétate	1613 <sup>a</sup>	5377 <sup>b</sup>	1207 <sup>a</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	2240 <sup>b</sup>	385 <sup>a</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	1196 <sup>b</sup>	308 <sup>a</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	323 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	9138 <sup>b</sup>	2039 <sup>a</sup>	<0.001
Proportions molaires des AGV (mol/100 mol):				
Acétate	61.3	58.8	59.5	0.78
Propionate	21.4	24.5	18.8	0.1
Butyrate	11.7	13	15	0.1
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	3.57 <sup>b</sup>	6.73 <sup>a</sup>	0.001
Acétate/Propionate	2.89 <sup>a</sup>	2.52 <sup>a</sup>	3.18 <sup>b</sup>	<0.001
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	5563 <sup>b</sup>	2109 <sup>c</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	810 <sup>b</sup>	179 <sup>a</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB : paille de blé ; ND : noyaux de dattes, PSO : pulpe sèche d'oranges.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c</sup> : valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

La pulpe sèche d'orange a eu un effet très significatif sur tous les paramètres de fermentations (P<0.001) avec un taux d'AGV total 4 fois plus grand que le taux d'AGV obtenu dans les rations composées par la paille de blé ou le mélange paille de blé, noyaux de dattes (MIX).

Dans notre étude, la proportion de l'acide acétique de la ration formée par la pulpe sèche des oranges à 100% a donné 58.8% d'acide acétique, 24.5% d'acide propionique, 13% d'acide butyrique et un rapport acétate/propionate égal à 2.52. Ces proportions sont différentes des proportions des AGV majeurs, plus le rapport acide acétique/acide propionique apportés par **Madrid et al., 2002**) qui ont cités des proportions molaires de l'acide acétique, propionique, butyrique et le rapport acétate/propionate de 74.7%, 16.5%, 5.1% et 4.52 dans une ration composée de 100% de l'écorce d'oranges.

La digestibilité de la MO était de 84.1%, comparable à celle citée par **Rihani et al., 1986** ; ; **Brown et Johnson. 1991**; **Lanza. 1982** qui ont observé une digestibilité de la MO égal à 87.2%; 87.3% ; 88.6% respectivement.

**Sunvold et al. (1995)** ont évalué la digestibilité *in vitro* des pulpes d'agrumes par des microorganismes du jus de rumen de bovins, la matière organique apparemment fermentée était de 730 mg en comparaison avec la matière organique apparemment fermentée mesurée dans notre étude et qui était de 810mg. La digestibilité de la matière organique de la pulpe sèche d'agrumes est élevée. Ceci est lié à la richesse de la PSA en composants facilement digestibles (sucres solubles et substances pectiques) et au faible degré de lignification des constituants pariétaux (**Rihani. 1991**).

**Strobel et Russel. (1986)**; **Barrios-Urdaneta et al. (2003)** ont remarqué que les substances pectiques sont dégradées très rapidement et intensément dans le rumen, contrairement à l'amidon, parallèlement, ces substances produisent peu d'acide lactique, causant un moindre déclin du pH ruminal.

Les gaz produits lors des fermentations étaient de 5563  $\mu\text{mol}$  dans la pulpe sèche d'oranges en comparaison avec la paille de blé et les noyaux de dattes qui ont généré 2768, 2109  $\mu\text{mol}$  de gaz respectivement.

Une production de gaz importante est un signe d'un niveau de fermentations élevées du à la forte teneur en substances fermentescibles de la pulpe sèche des oranges par rapport à la paille de blé et les noyaux de dattes.

### 3.2.4.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de la pulpe sèche d'oranges

**Tableau. 29.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, noyaux de dattes et d'échantillons de la PSO dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Ration 4 <sup>(1)</sup>							
	PB	80PPSO	60PPSO	MIX	80MIX PPSO	60MIX PPSO	PSO	P
pH	6.97	6,90	6,83	7.00	6.88	6.81	6.57	0.059
AGV(μmol)								
Acétate	1613 <sup>a</sup>	3660 <sup>b</sup>	4183 <sup>b</sup>	1486 <sup>a</sup>	3940 <sup>b</sup>	4174 <sup>b</sup>	5377 <sup>c</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	1228 <sup>b</sup>	1418 <sup>b</sup>	538 <sup>a</sup>	1300 <sup>b</sup>	1548 <sup>b</sup>	2240 <sup>c</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	662 <sup>b</sup>	781 <sup>b</sup>	355 <sup>a</sup>	768 <sup>b</sup>	894 <sup>b</sup>	1196 <sup>c</sup>	<0.001
Autres <sup>3</sup>	147	72.76	66.4	160	325	286	323	
Total	2635 <sup>a</sup>	5800 <sup>c</sup>	6648 <sup>bc</sup>	2539 <sup>a</sup>	6296 <sup>bc</sup>	6942 <sup>b</sup>	9138 <sup>d</sup>	<0.001
Proportions molaires des AGV (mol/100 mol):								
Acétate	61.3	63.92	62.88	58.6	62.5	60.2	58.8	0.55
Propionate	21.4	21.1	21.2	21.1	20.6	22.3	24.5	0.57
Butyrate	11.7	11.3	11.7	14.0	12.2	12.8	13	0.102
Autres <sup>3</sup>	5.58 <sup>a</sup>	4.56 <sup>b</sup>	4.34 <sup>bc</sup>	6.27 <sup>a</sup>	4.55 <sup>b</sup>	4.69 <sup>b</sup>	3.56 <sup>c</sup>	<0.001
Acétate/Propio	2.89	3.3	3.02	2.78	3.08	2.74	2.51	0.67
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	3251 <sup>b</sup>	3857 <sup>c</sup>	2588 <sup>a</sup>	3301 <sup>b</sup>	3749 <sup>c</sup>	5563 <sup>d</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	500 <sup>b</sup>	580 <sup>bc</sup>	221 <sup>a</sup>	550 <sup>b</sup>	610 <sup>bc</sup>	810 <sup>d</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé :noyaux de dattes; 60PPSO 60:40 paille de blé: pulpe sèche d'oranges, 80PPSO: 80:20 paille de blé: pulpe sèche d'oranges; 60MIXPPSO: pulpe sèche d'oranges, 80:20MIXPPSO: pulpe sèche d'oranges, PSO: pulpe sèche d'oranges.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c, d.</sup> valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Le pH était situé entre 6.57 et 7. Les rations contenant la PSO ont montré les plus faibles valeurs de pH. La ration contenant 100% de PSO a donné un pH égal à 6.57.

Les proportions molaires des AGV étaient de l'ordre de 63.92%, 21.1%, 11.3% pour l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide butyrique respectivement dans la ration 60PPSO et de 62.88%, 21.2%, 11.7% 63.92%, 21.1%, 11.3% pour l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide butyrique respectivement. Ces valeurs sont légèrement inférieures avec celles mentionnées par **Barrios Urdaneta et al. (2003)**. Les proportions des AGV obtenues dans l'étude menée par **Barrios Urdaneta et al. (2003)** où la ration était composée de 823 mg de PSO, étaient de 68.1%, 16.6%, 12.9% d'acide acétique, d'acide propionique et d'acide butyrique respectivement.

Cette légère différence peut-être expliquée par la différence des composés et les proportions des aliments composant les rations.

Néanmoins, l'addition de la PSO dans les rations à base de paille ou un mélange de paille de blé et de noyaux de dattes a permis d'augmenter la quantité de tous les AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique et les AGV mineurs).

Cette augmentation a été confirmée par de nombreux auteurs. Il semblerait que la PSO en plus de sa richesse en sucres solubles facilement disponibles pour la flore ruminale, a la capacité de rendre les composés de la paille plus solubles et donc d'améliorer sa valeur nutritive (**Hutton. 1987**).

Dans les rations contenant la PSO, la production des AGV a été intense et la différence est très significative par rapport à la ration de la paille de blé et de la ration MIX ( $p < 0.001$ ). C'est ainsi que la production d'acide acétique était de 4183, 3660 pour 60PSO et 80 PPSO et 5377, 4174 pour la ration 60MIXPPSO et 80MIXPSO respectivement (voir figure 9 et 10).

Par ailleurs, l'incorporation des noyaux de dattes n'a pas eu d'effet significatif sur la plus part des paramètres de fermentation sauf pour le volume de l'acide propionique et des AGV mineurs où on a constaté une augmentation de la production de l'acide propionique et des AGV mineurs dans la ration 80MIX PPSO en comparaison de la 80PPSO. Il a été indiqué que la pulpe sèche d'orange favorisait la synthèse de l'acide acétique dans le rumen. L'incorporation des noyaux de dattes dans la ration a eu un effet inverse. Ce qui a diminué le rapport acétate/propionate de 3.02 à 2.74.

La matière organique apparemment fermentée était supérieure dans la ration 80MIXPPSO et 60MIXPPSO avec une valeur égal à 610mg et 550mg par rapport à la ration 80PPSO et 60 PPSO avec 580mg et 500mg respectivement.

Les noyaux de dattes exercent un effet positif sur la fermentation et par conséquent la digestibilité de la matière organique.

### 3.2.2.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de pulpe sèche d'oranges

**Tableau. 30.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de pulpe sèche d'oranges

	60PPSO	80PPSO	60MIX PPSO	80MIX PPSO	100% PSO
NDF	72,2	77,66	72	75,173	/
ADF	42,37	46,52	46,19	46,63	/
LIG	6,51	7,8	13,62	9,8	/
dMS	34,73	30,1	35,28	25,4	62,6
dFDN	8,16	11,14	12,48	11,57	/
dFDA	9,51	9,21	9,98	10,95	/
dLig	40,71	39,79	/	33,21	/

<sup>1</sup> 60PPSO 60:40 paille de blé: pulpe sèche d'oranges, 80PPSO: 80:20 paille de blé: pulpe sèche d'oranges; 60MIXPPSO: pulpe sèche d'oranges, 80MIXPPSO: pulpe sèche d'oranges, PSO: pulpe sèche d'oranges.

La digestibilité de la matière sèche et des fibres n'a pas été mesurée et cela à cause de l'incapacité de séparer la phase liquide du résidu sec de la PSO à 100%.

A partir du tableau 30, on peut noter que la digestibilité de la MO, les FDN et les FDA étaient de 34.73%, 81%, 8.16% et 9.51% respectivement.

Dans une étude menée par **Ariza et al. (2001)**, dont la ration était composée d'ensilage de maïs, de foin de luzerne, d'enveloppes de grains de coton, mélangés avec des pulpes d'agrumes à raison de 34% de la ration, la digestibilité de la MO, les FDN et les FDA étaient de 55.2%, 50.4% et 68.1% respectivement (figure 13).

Dans notre étude la digestibilité de la MS de la ration 60PPSO était supérieure à celle montrée par (Ariza et al. 2001). Alors que la digestibilité des FDN et des FDA observée dans notre étude était inférieure. Ce résultat peut-être expliqué par la présence dans la ration de 60% de la paille de blé peu digestible, par rapport au niveau de la pulpe sèche des oranges (40%).

L'ajout des noyaux de dattes a amélioré la digestibilité de la MS dans la ration 60MIXPPSO. Une augmentation appréciable de la digestibilité de l'FDN a été notée dans les rations 60MIXPPSO par rapport à la 60PPSO de 12.48%/8.16%. Dans la ration 60MIX, La digestibilité de l'FDA a été meilleure pour la 80MIX PPSO par rapport à la 80PPSO.

Il en ressort que les noyaux de dattes ont favorisé la digestibilité de l'hémicellulose dans la ration 60MIXPPSO, contre une amélioration de la digestibilité de la cellulose et de la lignine dans la ration 80MIXPPSO.

### **3.2.5. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, noyaux de dattes et des grignons d'olives**

#### **3.2.5.1. Rations composées**

Les expérimentations de la digestibilité ont été conduites sur des rations composées de paille de blé, de noyaux de dattes et de grignons d'olives avec plusieurs combinaisons:

- paille de blé 100% (PB), noyaux de dattes 100% (ND), ou grignons d'olives 100% (GO).
- paille de blé 60% (PB) / grignons d'olives 40% (GO) (60PGO).
- paille de blé 80% (PB) / grignons d'olives 20% (80PGO).
- 60 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / grignons d'olives 40% (GO) (60MIXPGO).
- 80 % (paille de blé 80% (PB) + noyaux de dattes 20% (ND)) / grignons d'olives 20% (GO) (80MIXPGO).

### 3.2.5.2. Composition chimique des aliments et des rations composées

**Tableau. 31.** Composition chimique (g/100 g MS) des rations à base de paille de blé et les autres aliments (60/40MIX) PB, MIX, GO et P+GO (différentes proportions)

Rations 5 <sup>(1)</sup>	% MO	% MAT	% FDN	% FDA	% Lig.	Hemi	Cell
PB	91.8	4.44	71.1	41.1	10.8	29.9	30.2
60PGO	93,7	8.03	72.8	46.04	18.3	26.7	27.7
80PGO	93,9	6.34	74.4	46.9	16.5	27.4	30.3
MIX	93.3	4.58	74.2	45.3	28.8	32.0	13.3
60 MIXPGO	94.6	8.11	74.6	48.5	19.7	26.08	28.7
80 MIXPGO	92.7	6.23	71.9	43.5	14.5	28.3	29
GO	96.6	13.4	75.3	53.3	29.5	21.9	23.8

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé: noyaux de dattes, 60PGO 60:40 paille de blé: grignon d'olives, 80PGO: 80:20 paille de blé: grignon d'olives; 60MIXPGO: grignon d'olives, 80:20MIXPGO: grignon d'olives, GO: grignon d'olives.

Les grignons d'olives ont montré la plus forte teneur en MAT par rapport aux autres rations avec 13.4%. Néanmoins, il a été décrit dans la littérature que bien que le taux des MAT soit élevé dans les grignons d'olives, les MAT qui le composent sont très peu digestibles et donc, les grignons peuvent être considérés comme des aliments pauvres en matières azotées.

Les rations composées de la paille de blé, des grignons d'olives et/ou des noyaux de dattes, ont montré en général une forte teneur en fibres totales, et en lignine.

Avec des teneurs oscillant entre 10.8 et 29.5%. La ration MIX et la ration GO, ont montré les plus fortes teneurs en lignine avec 28.8 et 29.5% respectivement. Ce qui laisse présager une faible digestibilité de la MS.

### 3.2.5.3. Paramètres des fermentations dans les rations contenant de la paille de blé des noyaux de dattes et de grignons d'olives 100%

**Tableau. 32.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, des grignons d'olives dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Rations 5 <sup>(1)</sup>			
	PB	GO	ND	P
pH	6.97 <sup>a</sup>	7.51 <sup>b</sup>	7.1 <sup>a</sup>	0.001
AGV(μmol)				
Acétate	1613 <sup>a</sup>	1778 <sup>a</sup>	1207 <sup>b</sup>	0.01
Propionate	565	454	385	0.135
Butyrate	310 <sup>a</sup>	394 <sup>b</sup>	308 <sup>a</sup>	0.396
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	324 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>	<0.001
Total	2635	2951	2039	0.055
Proportions molaires des AGV (mol/100 mol):				
Acétate	61.3	60.2	59.5	0.74
Propionate	21.4 <sup>a</sup>	15.3 <sup>b</sup>	18.8 <sup>c</sup>	0.002
Butyrate	11.7	13.3	15	0.06
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	11.1 <sup>b</sup>	6.73 <sup>a</sup>	0.001
Acétate/Propionate	2.89 <sup>a</sup>	4.12 <sup>b</sup>	3.18 <sup>a</sup>	0.001
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	1401 <sup>b</sup>	2109 <sup>c</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226	240	179	0.11

<sup>1</sup> PB: paille de blé ; ND: noyaux de dattes, GO: grignon d'olives.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

<sup>a, b, c</sup> : valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

En comparaison avec la paille et les noyaux de dattes, les grignons d'olives n'ont pas montré de différence dans les paramètres de fermentations. Dans notre étude, la digestibilité apparente de la MO était de 24% légèrement supérieure à celle citée par **Al Masri. 2003** et qui était de 21%, due à la richesse des grignons d'olives en fibres, particulièrement en lignine.

### 3.2.5.4. Paramètres de fermentations des rations composées avec 40% de grignons d'olives

**Tableau. 33.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de grignons d'olives dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Rations5 <sup>(1)</sup>							
	PB	80PGO	60PGO	MIX	80MIXPGO	60MIXPGO	GO	P
pH	6.97 <sup>a</sup>	6,98 <sup>a</sup>	7.05 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.01 <sup>a</sup>	7.04 <sup>a</sup>	7.51 <sup>b</sup>	0.059
AGV(μmol)								
Acétate	1613 <sup>a</sup>	2942 <sup>b</sup>	2561 <sup>b</sup>	1486 <sup>a</sup>	2825 <sup>b</sup>	2790 <sup>b</sup>	1778 <sup>a</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	980 <sup>b</sup>	831 <sup>b</sup>	538 <sup>a</sup>	853 <sup>b</sup>	811 <sup>b</sup>	454 <sup>a</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	549 <sup>b</sup>	482 <sup>b</sup>	355 <sup>a</sup>	539 <sup>b</sup>	522 <sup>b</sup>	394 <sup>a</sup>	0.008
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	287 <sup>b</sup>	268 <sup>b</sup>	160 <sup>a</sup>	266 <sup>b</sup>	279 <sup>b</sup>	324 <sup>b</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	4758 <sup>b</sup>	4143 <sup>b</sup>	2539 <sup>a</sup>	4484 <sup>b</sup>	4402 <sup>b</sup>	2951 <sup>a</sup>	<0.001
Proportions molaires des AGV								
Acétate	61.3	61.8	61.8	58.6	62.9	63.3	60.2	0.365
Propionate	21.4 <sup>a</sup>	20.6 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	21.1 <sup>a</sup>	19.03 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	15.3 <sup>b</sup>	0.001
Butyrate	11.7	11.5	11.6	14.0	12.2	11.8	13.3	0.131
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>a</sup>	5.98 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	6.41 <sup>a</sup>	11.1 <sup>b</sup>	<0.001
Acétate/Propionate	2.89 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	3.12 <sup>a</sup>	2.78 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	4.12 <sup>b</sup>	0.08
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	2437 <sup>c</sup>	2187 <sup>b</sup>	2588 <sup>a</sup>	2329 <sup>bc</sup>	2067 <sup>b</sup>	1401 <sup>d</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	410 <sup>b</sup>	352 <sup>b</sup>	221 <sup>a</sup>	390 <sup>b</sup>	380 <sup>b</sup>	240 <sup>a</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; MIX: 80:20 paille de blé :noyaux de dattes; 60PGO 60:40 paille de blé: grignon d'olives, 80PGO: 80:20 paille de blé: grignon d'olives; 60MIXPGO: grignon d'olives, 80:20MIXPGO: grignon d'olives, GO: grignon d'olives.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

a, b, c, d: valeurs moyennes dans la ligne avec des lettres sus écrites différentes (P<0.05).

Dans cette étude, l'incorporation des noyaux de dattes n'a eu aucun effet sur toutes les productions. Les paramètres de fermentation des rations 80PGO, 60PGO, 80MIXPGO ET 60MIXPGO ont été identiques. En comparant ces rations à la paille de blé, MIX et les GO, on peut noter une différence significative dans la quantité d'acide acétique, propionique et butyrique produite lors des fermentations *in vitro*. L'addition des noyaux de dattes à la ration 60PGO a eu pour effet, d'augmenter la production de l'acide acétique et butyrique avec 2561, 482 contre 2790, 522 ( $\mu\text{mol}$ ) dans les rations 60PGO et 60 MIXPGO respectivement.

Il a été rapporté dans la littérature que quand les grignons d'olives composaient une ration et quel que soit le pourcentage des grignons d'olives la digestibilité de la matière organique était faible 20 à 40% (Nefzaoui. 1984) et le rapport acide acétique/acide propionique augmentait nettement (voir figure 11 et 12).

### 3.2.5.5. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations composées avec 40% de grignons d'olives

**Tableau. 34.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes et d'échantillons de grignons d'olives

%	Rations 5 <sup>(1)</sup>				
	60PGO	80PGO	60MIXPGO	80MIXPGO	100GO
NDF	74,937	76,612	79,456	75,607	58,741
ADF	48,858	47,868	52,985	48,8	41,901
LIG	16,647	12,066	19,19	13,962	22,247
MS dis	6,555	19,914	14,047	9,931	22,416
dFDN	4,268	15,0355	8,925	9,4156	/
dFDA	1,2932	12,762	6,552	7,407	18,77
dLig	15,277	35,085	18,008	25,007	/

<sup>1</sup>60GO 60:40 paille de blé: grignon d'olives, 80GO: 80:20 paille de blé: grignon d'olives; 60MIXGO: grignon d'olives, 80MIXGO: grignon d'olives, GO: grignon d'olives.

La digestibilité de la MS des grignons d'olives dans notre étude étaient de 0.22 comparable à celle notée par **Fegeros et al. (1995)** ; **Martin Garcia et al. (2003)**; **Molina Alcaide et al. (2003)** qui ont noté une digestibilité apparente *in vitro* de la MS de 0.27. **Nefzaoui. (1985)**; **Nefzaoui et Vanbelle. (1986)** ont apporté une digestibilité apparente des FDA de 0.10 inférieure à la digestibilité des FDA égale à 0.18 retrouvée dans notre étude.

Les résultats différents notés par de nombreux auteurs peuvent être expliqués par la différence dans le type des grignons d'olives utilisés (**Molina Alcaide et Yañez-Ruiz. 2007**).

L'incorporation des noyaux de dattes dans la ration 60MIXGO, a eu pour effet d'augmenter la digestibilité des fibres totales, des fibres au détergent acide et de la lignine. La digestibilité de la matière sèche, de l'FDN a augmenté de deux

fois plus dans la ration 60MIXGO par rapport à la 60GO (6.55% à 14.04%) respectivement. En parallèle, la digestibilité de la cellulose+lignine (FDA) a augmenté à 5 fois plus pour la même ration de 1.29% à 6.5%. Ceci concorde avec les résultats rapportés dans le tableau 33 et qui montre l'augmentation de la synthèse de l'acide acétique et butyrique dans les rations 60MIXGO (figure 13).

### **3.2.6. Etude de la digestibilité des rations composées de la paille de blé, des pépins d'oranges, des pépins de mandarines, de la pulpe sèche d'oranges, des grignons d'olives, des noyaux de dattes et du concentré**

#### **3.2.6.1. Rations composées**

Les paramètres de digestibilité des rations composées par la paille de blé, les pépins d'oranges, les pépins de mandarines, la pulpe sèche d'oranges, les noyaux de dattes, les grignons d'olives et le concentré ont été comparés:

- la paille de blé 100% (PB).
- les pépins d'oranges 100% (PO).
- les pépins de mandarines 100% (PM).
- la pulpe sèche d'oranges 100% (PSO).
- les noyaux de dattes 100% (ND).
- les grignons d'olives 100% (GO).
- le concentré 100% (CON).

### 3.2.6.2. Paramètres des fermentations dans les rations contenant de la paille de blé, des pépins d'oranges, des pépins de mandarines, de la pulpe sèche d'oranges, des grignons d'olives, des noyaux de dattes et de concentré (100%)

**Tableau. 35.** Production des acides gras volatils (AGV) après une fermentation *in vitro* des rations (500 mg) contenant de la paille de blé, des noyaux de dattes, des pépins d'oranges, des pépins de mandarines, de la pulpe d'oranges et des grignons d'olives dans des bouteilles de cultures d'un mélange de microorganismes ruminal durant 24 h

Paramètres	Rations 100% <sup>(1)</sup>						CON	P
	PB	PO	PM	PSO	GO	ND		
pH	6.97 <sup>a</sup>	6,97 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	6.57 <sup>b</sup>	7.51 <sup>c</sup>	7.1 <sup>a</sup>	6.76 <sup>d</sup>	0.059
AGV(μmol)								
Acétate	1613 <sup>a</sup>	3246 <sup>b</sup>	3636 <sup>b</sup>	5377 <sup>c</sup>	1778	1207 <sup>a</sup>	2118 <sup>d</sup>	<0.001
Propionate	565 <sup>a</sup>	1250 <sup>b</sup>	1287 <sup>b</sup>	2240 <sup>c</sup>	454 <sup>a</sup>	385 <sup>a</sup>	888 <sup>b</sup>	<0.001
Butyrate	310 <sup>a</sup>	750 <sup>b</sup>	711 <sup>b</sup>	1196 <sup>c</sup>	394 <sup>a</sup>	308 <sup>a</sup>	743 <sup>b</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	147 <sup>a</sup>	493 <sup>b</sup>	963 <sup>c</sup>	323 <sup>b</sup>	324 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>	188 <sup>a</sup>	<0.001
Total	2635 <sup>a</sup>	5735 <sup>b</sup>	6597 <sup>b</sup>	9138 <sup>c</sup>	2951	2039 <sup>a</sup>	3937 <sup>d</sup>	<0.001
Proportions molaire AGV (mol/100 mol) :								
Acétate	61.3	56.4	60.1	58.8	60.2	59.5	53.9	0.37
Propionate	21.4 <sup>ab</sup>	21.8 <sup>ab</sup>	21.3 <sup>a</sup>	24.5 <sup>a</sup>	15.3 <sup>b</sup>	18.8 <sup>a</sup>	22.4 <sup>a</sup>	0.009
Butyrate	11.7 <sup>a</sup>	13 <sup>ab</sup>	11.7 <sup>a</sup>	13 <sup>ab</sup>	13.3 <sup>a</sup>	15 <sup>ab</sup>	18.9 <sup>c</sup>	<0.001
Autres <sup>2</sup>	5.58 <sup>ab</sup>	8.53 <sup>d</sup>	6.70 <sup>a</sup>	3.57 <sup>c</sup>	11.1 <sup>e</sup>	6.73 <sup>a</sup>	4.77 <sup>bc</sup>	<0.001
Acétate/Propi	2.89 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>	2.52 <sup>a</sup>	4.12 <sup>a</sup>	3.18 <sup>a</sup>	2.45 <sup>b</sup>	0.01
Gaz (μmol)	2768 <sup>a</sup>	2804 <sup>a</sup>	3129 <sup>b</sup>	5563 <sup>b</sup>	1401	2109 <sup>c</sup>	4676 <sup>b</sup>	<0.001
MOAF (mg)	226 <sup>a</sup>	485 <sup>a</sup>	510 <sup>b</sup>	810 <sup>c</sup>	240 <sup>a</sup>	179 <sup>a</sup>	364 <sup>d</sup>	<0.001

<sup>1</sup> PB: paille de blé; PO: pépins d'oranges; PM: pépins de mandarines; PSO: pulpe sèche d'oranges; GO: grignon d'olive; GO; ND: noyaux de dattes; CON: concentré.

<sup>2</sup> calculé comme la somme d'isobutyrate, isovalériate et valériate.

A partir de ce tableau, on peut noter que la paille de blé et les noyaux de dattes ont montré une similitude dans la plus part des paramètres de fermentation à savoir le pH, les AGV, l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide butyrique, les AGV mineurs, la production de gaz et la quantité de MOAF. Ces deux aliments ont des teneurs très élevées en lignine et sont très pauvres en MAT par rapport aux autres aliments.

Les grignons d'olives ont également donné des résultats comparables à ceux de la paille de blé et des noyaux de dattes, à l'exception de l'acide butyrique et des AGV mineurs qui ont été supérieurs avec des taux de 394  $\mu\text{mol}$ , 324  $\mu\text{mol}$  respectivement en comparaison avec la paille de blé et les noyaux de dattes, qui ont produit 310  $\mu\text{mol}$ , 308  $\mu\text{mol}$  d'acide butyrique et 147  $\mu\text{mol}$  et 139  $\mu\text{mol}$  d'AGV mineurs respectivement.

A l'opposé des trois aliments ligneux sus cités, le concentré, les pépins d'oranges, les pépins de mandarines et la PSO, ont produit une grande quantité d'AGV.

La PSO est l'aliment qui a produit la plus grande quantité d'acide acétique, propionique et butyrique, suivit par les pépins d'oranges, par les pépins de mandarines, et puis par le concentré et cela à raison de 5377  $\mu\text{mol}$ , 2240  $\mu\text{mol}$ , 1196  $\mu\text{mol}$  d'acide acétique, propionique et butyrique respectivement pour la PSO. Contre 3245  $\mu\text{mol}$ , 1250  $\mu\text{mol}$  et 750  $\mu\text{mol}$  d'acide acétique, propionique et butyrique pour les pépins d'oranges et 2118  $\mu\text{mol}$ , 888  $\mu\text{mol}$  et 743  $\mu\text{mol}$  pour le concentré respectivement.

Bien que lors des fermentations, la ration composée par le concentré, a montré une quantité de la matière organique apparemment fermentée appréciable de 364mg, la PSO, les pépins d'oranges et les pépins de mandarines ont donné des quantités de MOAF beaucoup plus importantes avec 810mg, 485mg et 510mg respectivement. La PSO est un aliment très riche en sucres simples facilement fermentescibles et peut-être une excellente source d'énergie pour les ruminants (figure 14 et 15).

### 3.2.7. Mesure de la digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine de toutes les rations 100%

**Tableau. 36.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA et lignine de toutes les rations

%	Toutes les rations <sup>1</sup>						
	PD	PO	PM	PSO	GO	ND	CON
d MS	18.1	45	47	62	/	4.47	52.7
d FDN	10.01	37.2	38.9	/	21.01	3.52	64.2
d FDA	7.05	20	16.5	/	/	4.1	/
d Lignine	42.1	36.5	28.4	/	/	7.46	/

<sup>1</sup>PB: paille de blé; PO: pépins d'oranges; PM: pépins de mandarines; PSO: pulpe sèche des oranges; GO: grignon d'olives; ND: noyaux de dattes; CON: concentré.

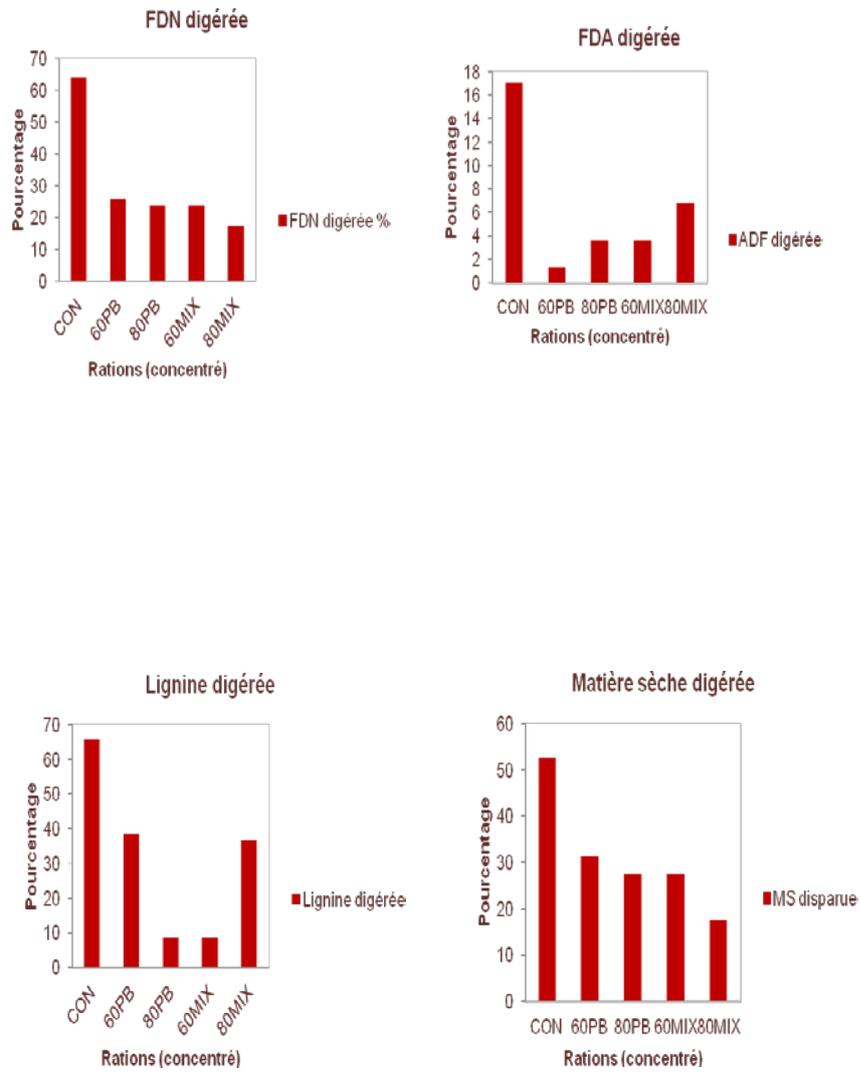
La digestibilité de la matière sèche de la PSO, du CON, des PO et des PM était de 62%, 52.7%, 45 % et 45% respectivement. La digestibilité de la paille de blé et des noyaux de dattes était de 18.1% et 4.47% respectivement.

Le concentré a montré une grande digestibilité des FDN avec 64.2%, suivi par les pépins d'oranges et les pépins de mandarines qui ont montré une digestibilité des FDN égal à 37.2% et 38.9% respectivement.

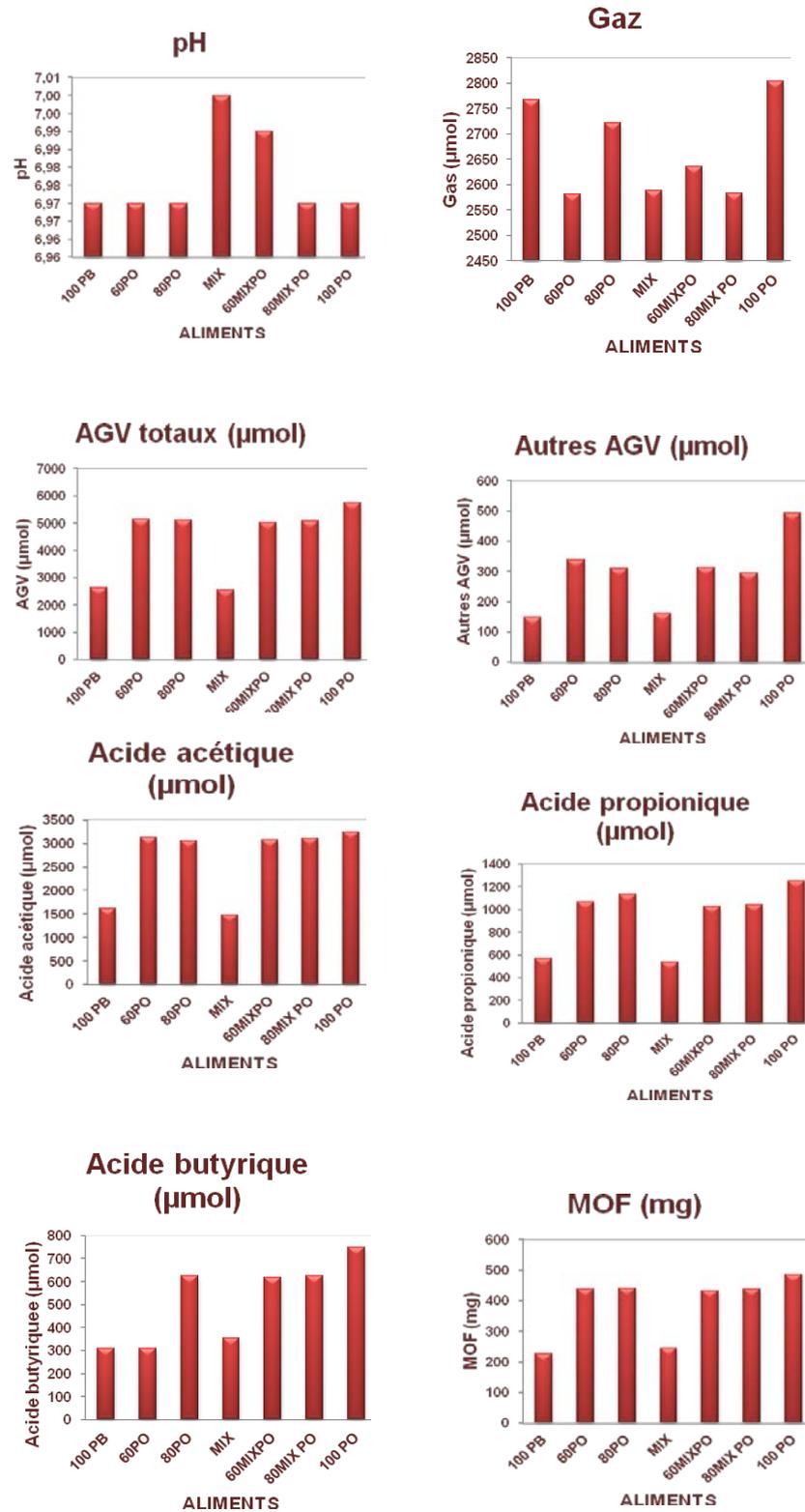
La paille de blé et les noyaux de dattes ont montré une digestibilité des FDN de 10% et 3.52%.

La digestibilité des FDA des pépins d'oranges et des pépins de mandarines était de 20% et 16.5% respectivement. La digestibilité de la lignine de la paille de blé était la plus grande avec 42.1%.

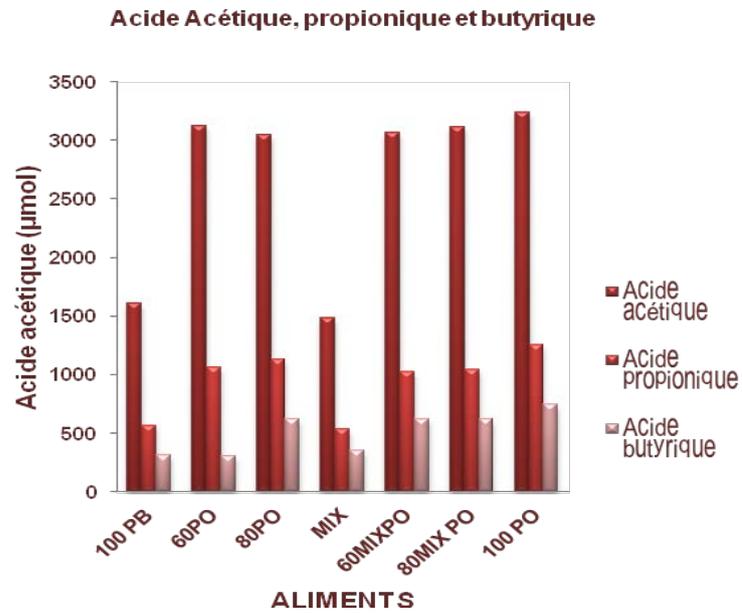
Les valeurs de la digestibilité des FDA de la PSO, des GO et du CON n'ont pu être calculées.



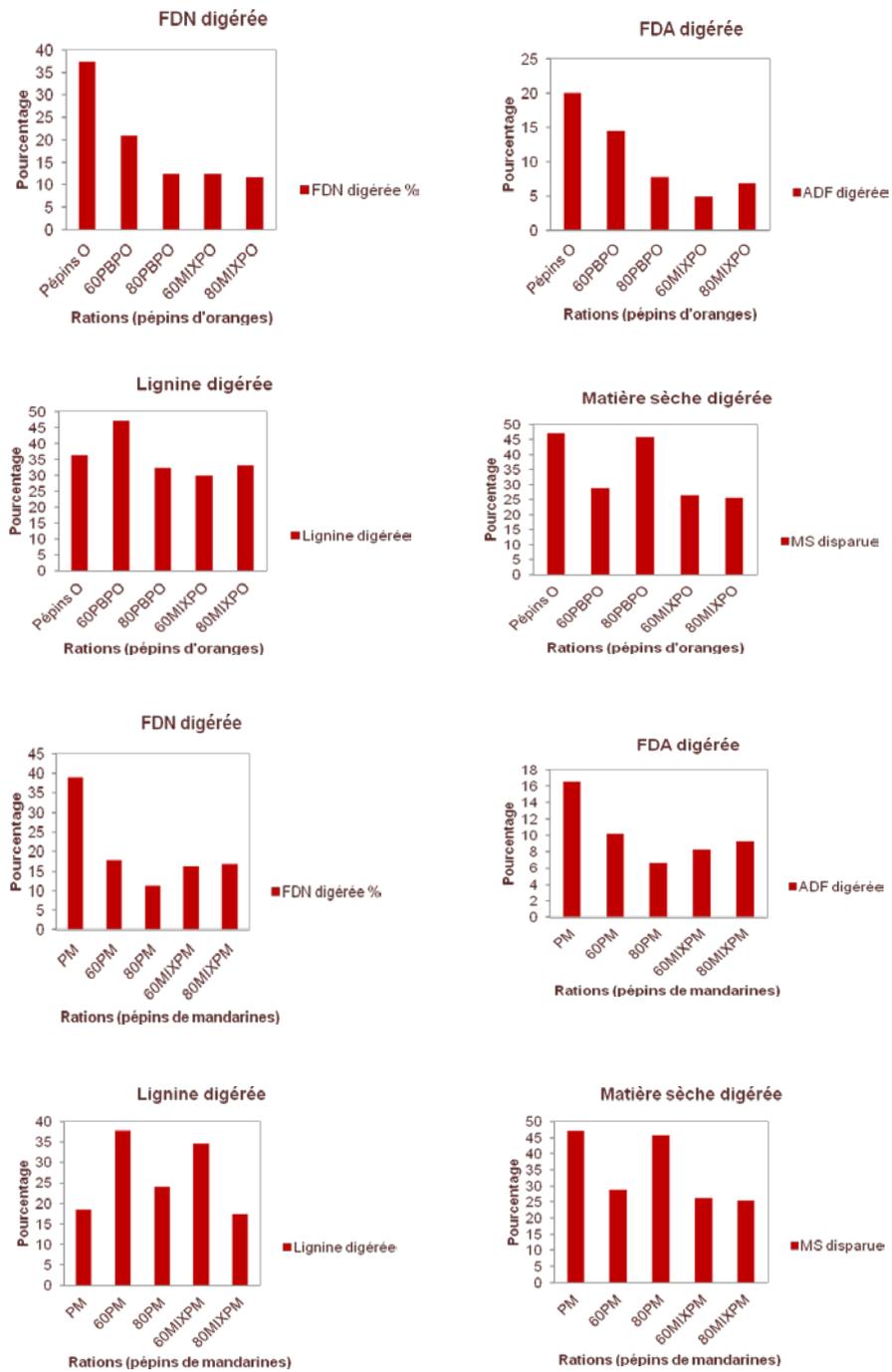
**Figure. 3.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA, lignine des rations composées de concentré



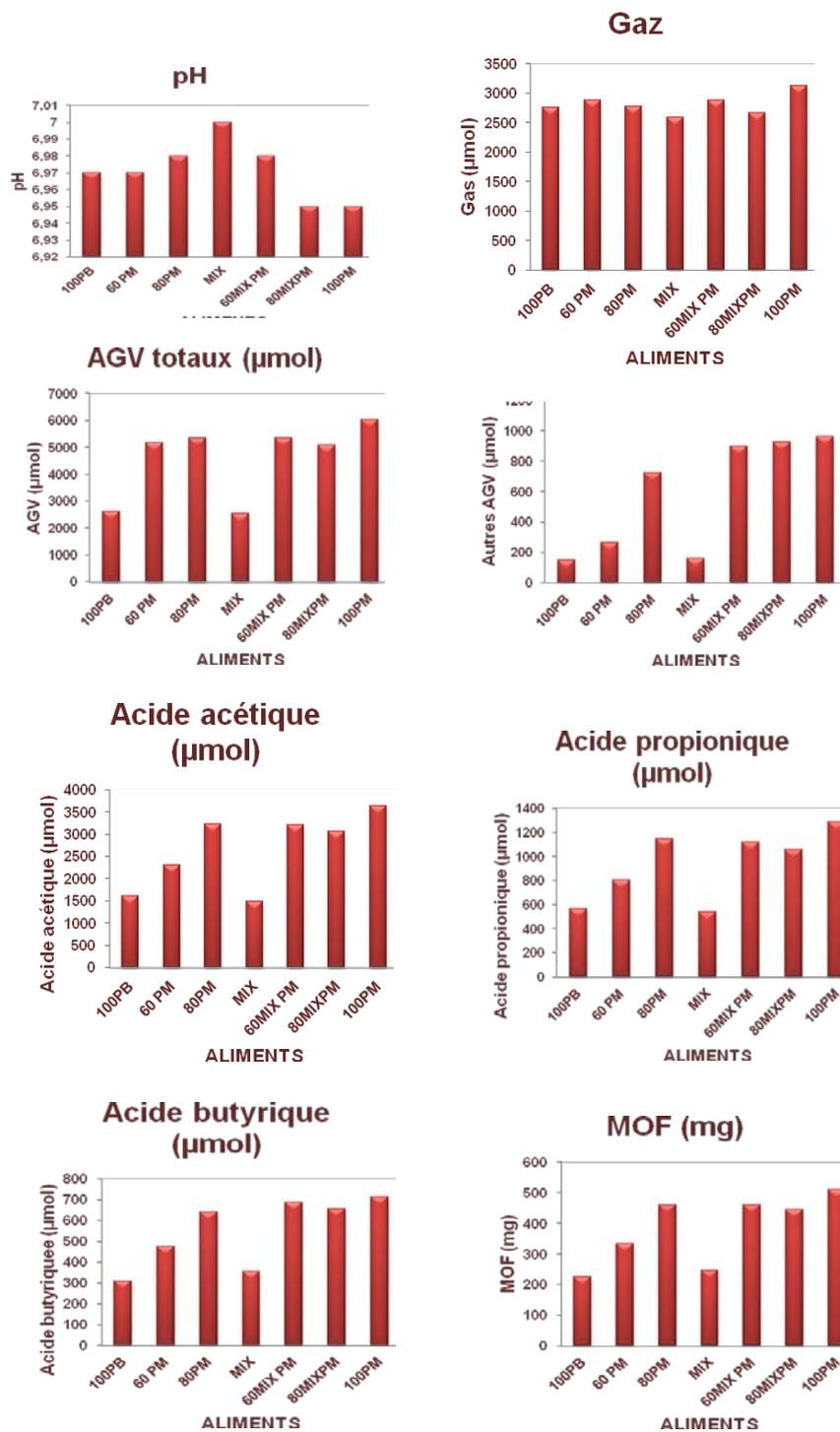
**Figure 4.** Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins d'oranges (PO)



**Figure. 5.** Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins d'oranges (PO)

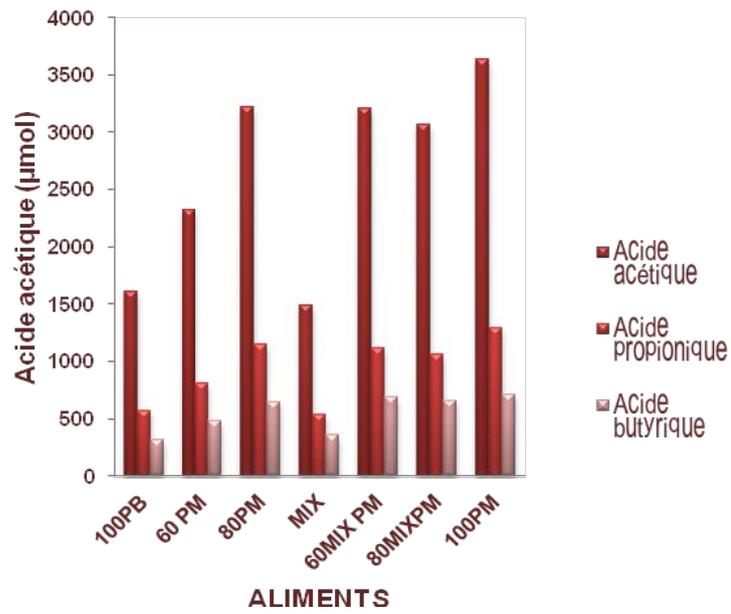


**Figure. 6.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA, lignine des rations composées des pépins d'orange ou des pépins de mandarines

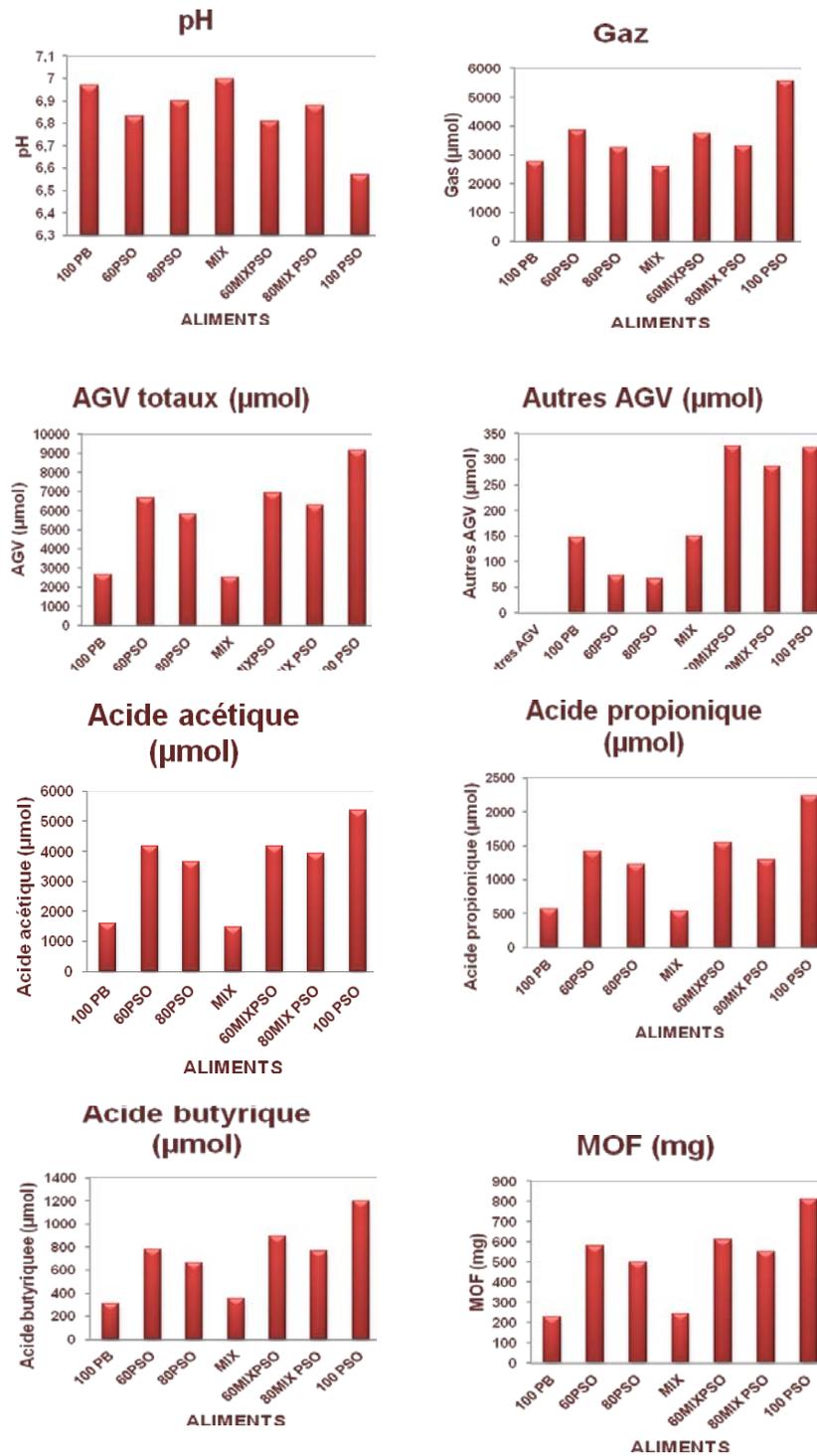


**Figure. 7.** Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (PM)

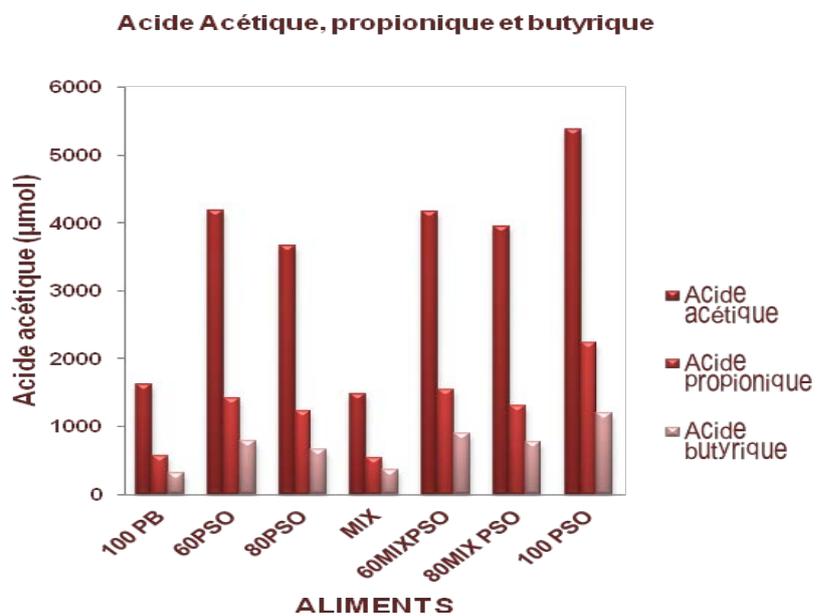
### Acide Acétique, propionique et butyrique



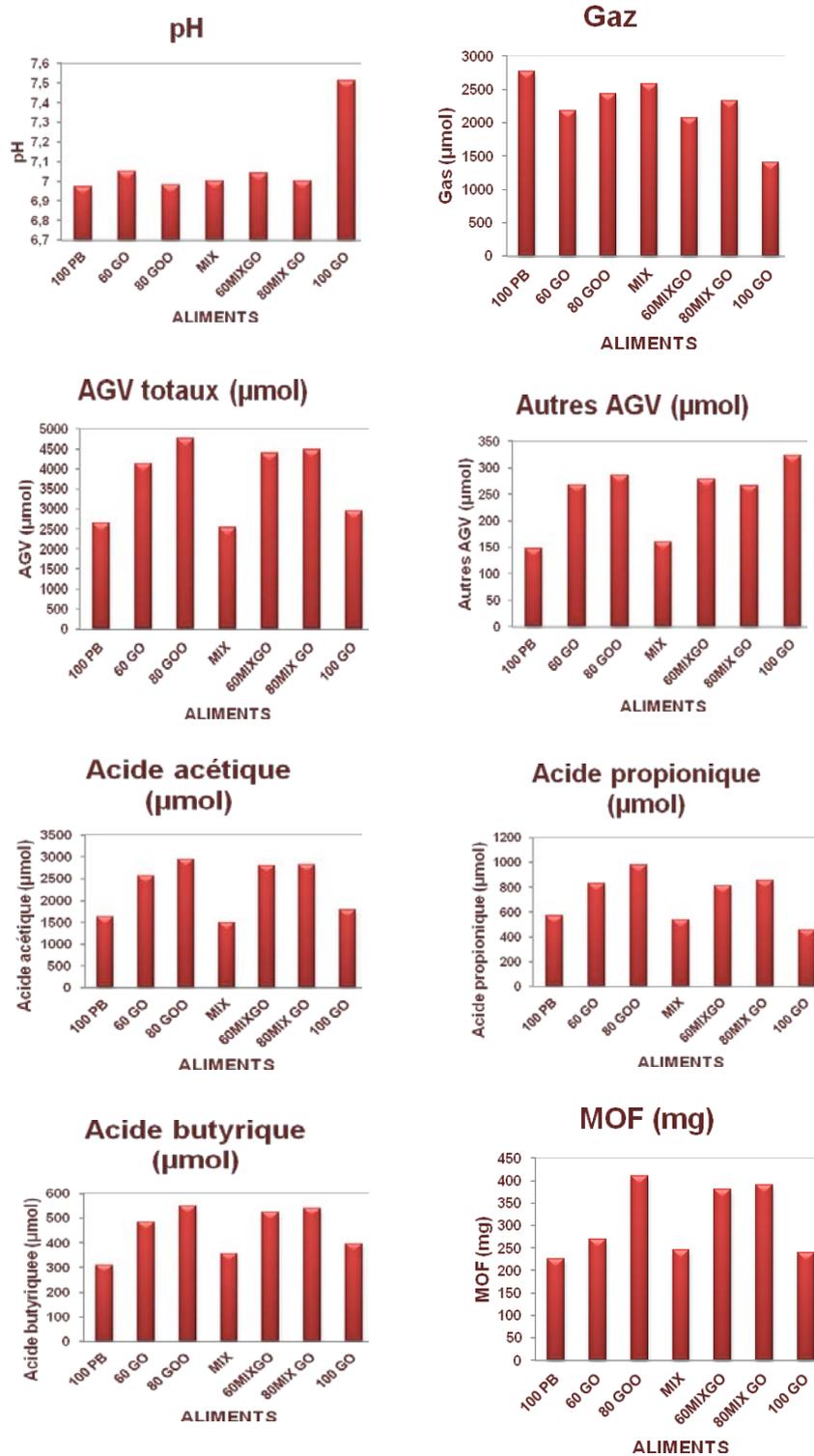
**Figure. 8.** Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pépins de mandarines (PM)



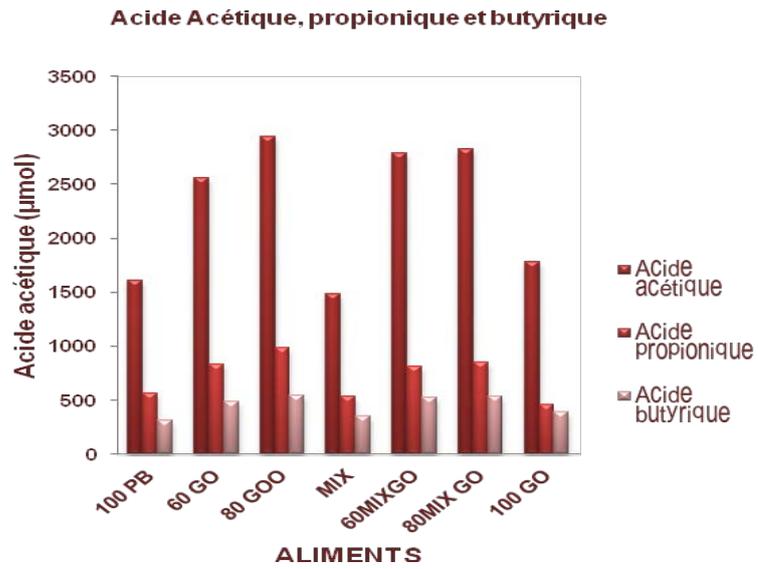
**Figure 9.** Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pulpe sèche d'oranges (PSO)



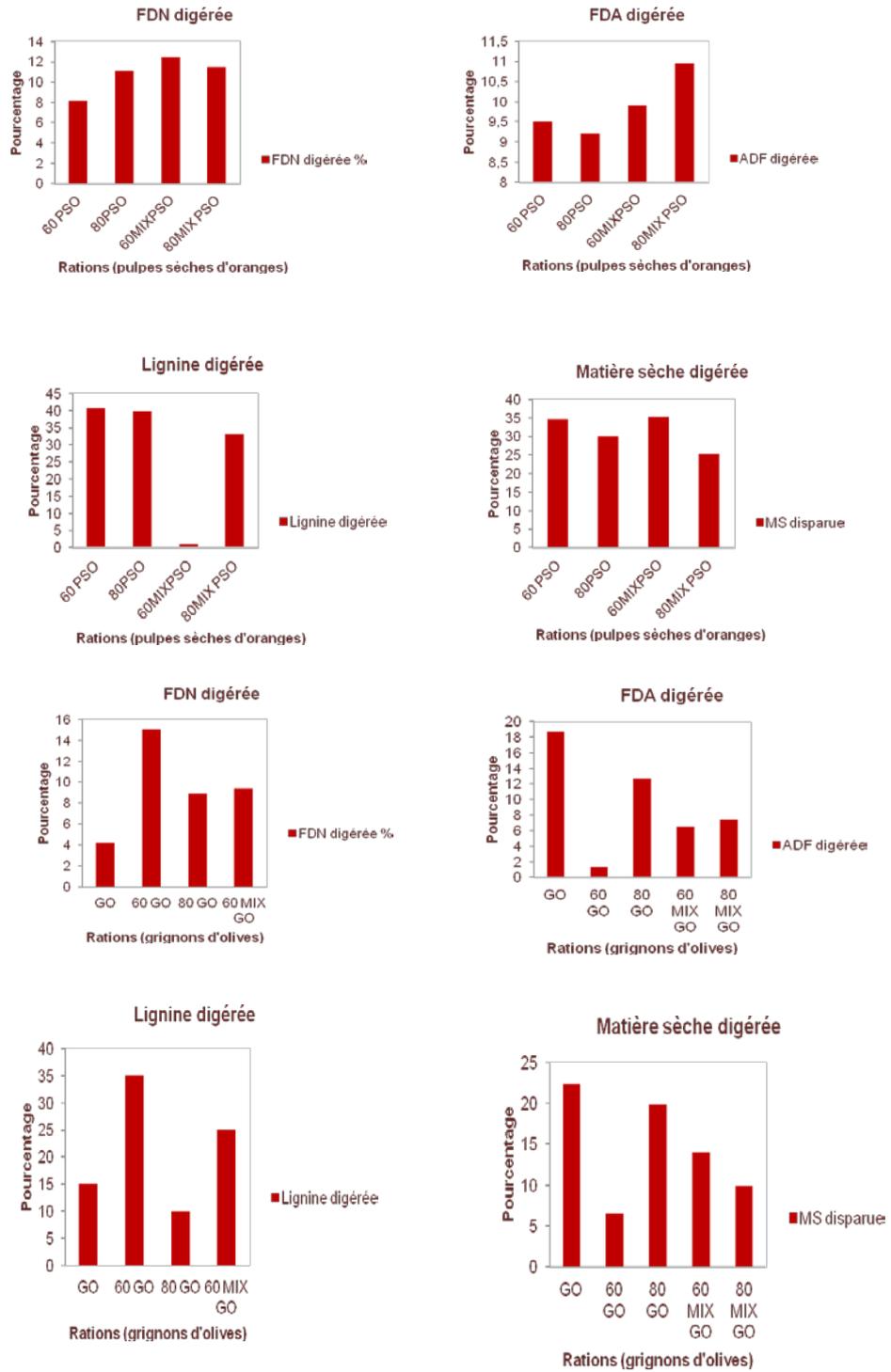
**Figure. 10.** Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de pulpe sèche d'oranges (PSO)



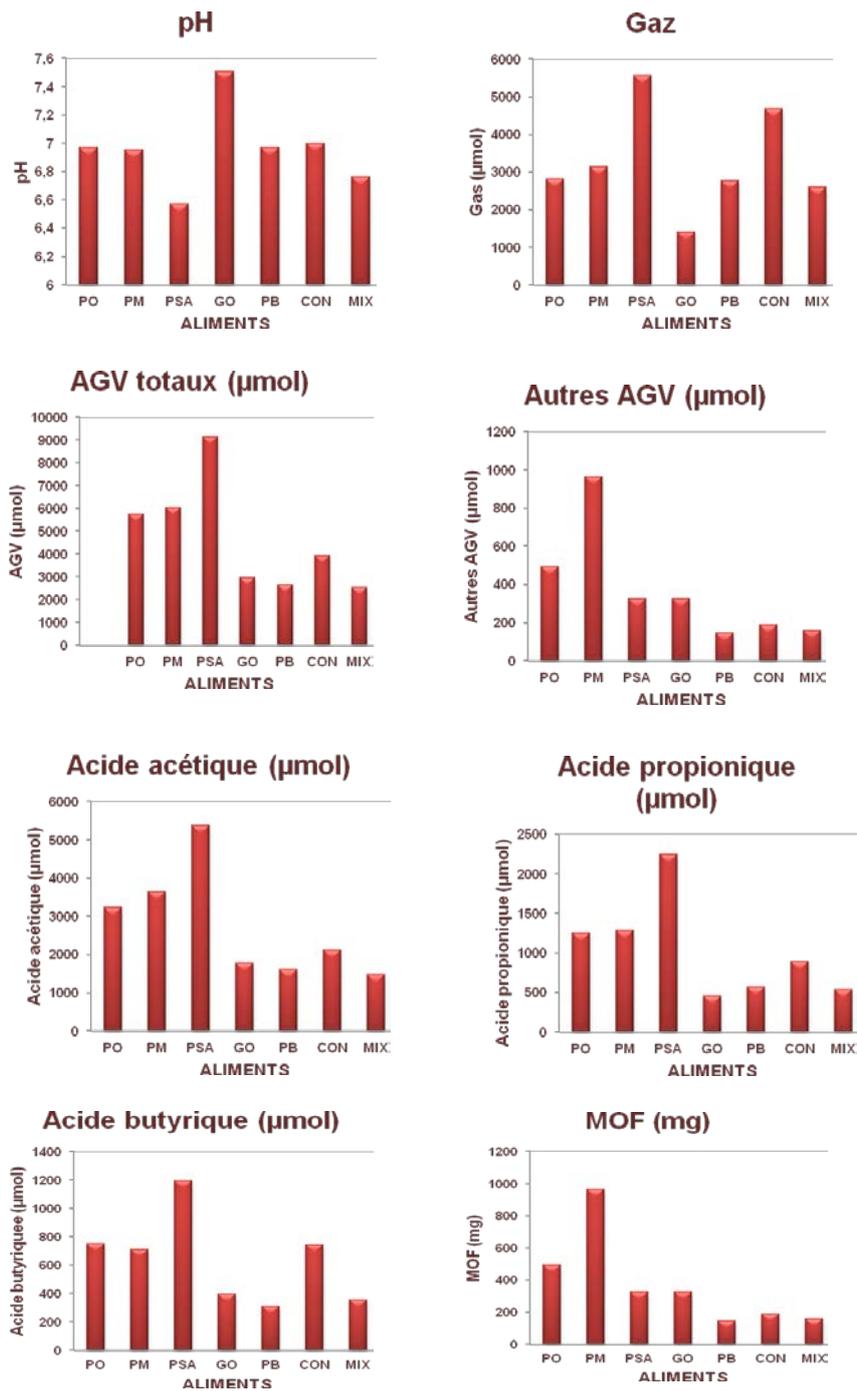
**Figure. 11.** Paramètres des fermentations des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de grignons d'olives (GO)



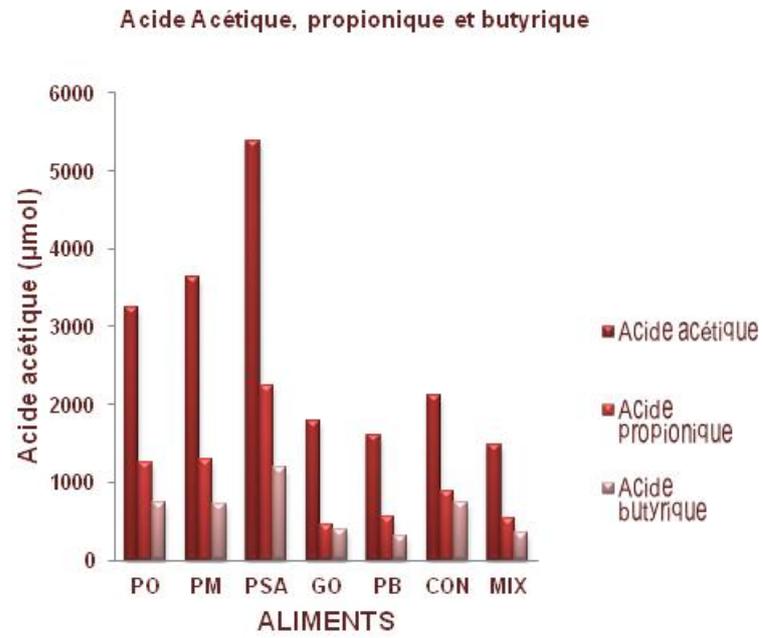
**Figure. 12.** Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) des rations composées de paille de blé, noyaux de dattes et de grignons d'olives (GO)



**Figure. 13.** Digestibilité de la MS, FDN, FDA, lignine des rations composées de la pulpe sèche d'oranges, des grignons d'olives



**Figure. 14.** Paramètres de fermentation des aliments composants les différentes rations à 100%



**Figure. 15.** Principaux AGV (acide acétique, acide propionique, acide butyrique) résultants de fermentations des aliments (100%)

### 3.3. Évaluation des performances zootechniques chez des ovins

#### 3.3.1. Essai 1- incorporation des grignons d'olives ou de la pulpe d'oranges dans la ration d'antennais ayant la paille de blé comme aliment grossier

##### 3.3.1.1. Les aliments et leur quantité dans les rations

Tableau. 36. Composition des rations (essai1)

Ingredients	60 PB	60PGO	60PPFO
Paille de blé (60%)	1.5	1.5	1.5
Grignons d'olive	-	1	1
Pulpe d'orange (40%)	-	-	1
Concentré (40%)	1	-	-

Dans cet essai, 18 antennais ont été regroupés en 3 lots, chaque groupe est composé de 6 antennais. Tous les animaux recevaient la paille de blé comme fourrage grossier, constituant 60% de la ration, le groupe 1 recevait en plus de la paille de blé du concentré, le groupe 2, des grignons d'olives et le groupe 3 recevait de la pulpe fraîche d'oranges à raison de 40%. Les quantités en kg sont mentionnées dans le tableau 36.

### 3.3.1.2. Composition chimique des aliments

**Tableau. 37.** Composition chimique des aliments et des rations (g/100g MS)

	MO	PB	FDN	FDA	Hem	Cel	Lig
Aliments <sup>1</sup>							
Paille de Blé	91.8	4.44	71.1	41.2	29.9	30.3	10.9
GO	96.67	13.41	75.32	53.36	21.96	23.87	29.49
PO	96.35	6.01	21.4	14.51	6.89	12.91	1.6
CON	93.5	12.85	58.9	7.18	51.7	5.05	2.13
Rations							
60 PB	92.5	7.81	66.2	27.6	38.6	20.2	7.37
6040 PGO	93.75	8.05	72.9	46.7	26.7	27.3	18.33
60 PPFO	93.62	5.05	51.22	30.52	20.7	23.35	7.18

<sup>1</sup>P: Paille de blé; GO: Grignons d'olive; PO Pulpe d'orange; CON: Concentré; 60/40 (60PB) Paille de blé: concentré; 60/40 (PGO) Paille de blé: grignons d'olives, 60/40 (PPFO) Paille de blé: pulpe d'orange.

La composition chimique des aliments et des rations est présentée dans le tableau 37. Les rations distribuées, aux groupes d'animaux 1 et 3, sont formées de la paille de blé avec du concentré ou de la paille de blé avec de la pulpe d'oranges respectivement ont présenté la même teneur en lignine, par rapport à la ration contenant des grignons d'olives. D'autre part, la ration contenant de la pulpe d'oranges, est la ration qui a présenté la plus faible teneur en MAT avec 5.05% en comparaison avec la ration 1 et 2 qui ont présenté une teneur égale à 7.81%, 8.05% respectivement.

### 3.3.1.3. Evolution du poids des animaux

**Tableau. 38.** Poids des antenais ayant comme rations 60 PB, 60 GO, 60 PPFO

Rations <sup>1</sup>	1 s <sup>2</sup>	2 S	3 S	4 S	5 S	6 S	7 S	8 S	9 S
60 PB	46	47	47	46	46	46	47	48	50
60 PB	39	40	40	40	40	41	42	43,6	45,6
60 PB	40	39	38	39	40	41	42	43	44
60 PB	39	39	39	39	39	39	39	39	41
60 PB	45	45	47	47	46	45	46	47	49
60 PB	46	47	47	47	48	48,8	48	49	50
60 PGO	44	41	41	39	39	38	38	38	38
60 PGO	34	33	33	30	30	30	30	31	32
60 PGO	47	43	43	42	41	41	42	42	43
60 PGO	39	36	36	33	33	33	32	32	32
60 PGO	37	32	32	31	31	34	36	38	40
60 PGO	47	43	43	42	42	40	40	41	41
60 PPFO	30	31	33	36	38	40	41	42	43
60 PPFO	41	40	36	35	34	32	32	32	33
60 PPFO	37	37	38	35	33	32	32	33	34
60 PPFO	34	33	33	34	35	36	37	38	39
60 PPFO	30	30	31	30	29	30	31	32	33
60 PPFO	36	35	36	37	38	39	39	40	41

<sup>1</sup>60PB: 60% paille de blé, 40% concentré; 60PGO: 60% paille de blé, 40% grignons d'olives;  
60PPFO: 60% paille de blé, 40% pulpe fraîche d'oranges

<sup>2</sup>S: semaines

**Tableau. 39.** Le poids moyen et le GMQ des animaux selon les rations distribuées

	Rations <sup>1</sup>		
	60 PB	60PGO	60PPFO
No des animaux	6	6	6
Poids initial (Kg)	42.5	41.33	34.66
Poids final	46.6	37.66	37.16
GMQ moyen (g/j)	68.33a	-46.04b	41.61a

<sup>1</sup>60PB: 60% paille de blé, 40% concentré; 60PGO: 60% paille de blé, 40% grignons d'olives; 60PPFO: 60% paille de blé, 40% pulpe fraîche d'oranges

<sup>2</sup>S: semaines

**Tableau. 40.** Evolution du GMQ des antenais durant l'essai

Semaines	60PB	60PGO	60PPFO	ET1	P value
1	-370a	-370a	-37b	0.162	<0.01
2	23.8a	-261.9b	23.8a	0.210	<0.05
3	0	-20.8	0	0.145	0.96
4	185	0	0	0.128	0.95
5	37.5	0	37	0.137	0.86
6	104.17	41.67	83.3	0.09	0.53
7	116.67	41.67	111.11	0.08	0.25
Moyenne	208.33a	83.3b	142.85a	0.069	0.02

<sup>1</sup> erreur standard des moyennes.

<sup>a, b</sup> valeurs moyennes dans la ligne avec les lettres sus écrites diffère (P<0.05).

#### 3.3.1.4. GMQ des antenais

Les tableaux 39 et 40 ont montré le poids des animaux avec les trois rations, l'addition du concentré et de la pulpe fraîche d'oranges n'a pas agité explicitement sur le gain moyen quotidien des animaux avec 68.33g/j, 41.61g/j respectivement. Les grignons d'olives ont provoqué une perte de poids égale à (-46.04 g/j ( $P < 0.01$ )) (figure 16, 17 et 18). Ces résultats concordent avec les résultats cités par **Nefzoui. (1984)**.

**Hutton (1987)** a montré que les rations contenant des pulpes d'agrumes induisaient une faible proportion molaire de l'acide propionique et pouvaient augmenter la digestibilité des FDN. Alors que les rations contenant des substrats d'amidon facilement fermentescibles réduisaient le niveau des microorganismes dans le rumen (**Baldwin and Allison, 1983**). Les pulpes d'agrumes sont une source d'énergie digestible et semblent influencer l'utilisation d'autres composés dans la ration des ruminants. **Harris et al. 1982**, ont estimé que les pulpes d'agrumes augmentaient la digestibilité de la cellulose ajoutée. Ces résultats suggèrent que les pulpes peuvent servir comme *stimuli* aux fermentations dans le rumen en comparaison aux grains de céréales. Par ailleurs, les grignons d'olives ont un effet significatif sur le GMQ des animaux ( $P < 0.001$ ) avec une perte de poids de (-46.04). **Nefzaoui. (1991)** a observé un GMQ de 169g/j sur un groupe de 10 antenais ingérant des grignons d'olives 40% associés à 500g de foin, 49% d'orge et 8% de mélasse. Cette ration est probablement la raison de ce GMQ.

Alors que **Hadjipanaiotou. 1999** a montré une perte de poids de -31g/j pour des caprins ayant ingérés du foin d'orge et de l'ensilage de grignons d'olives à raison de 350 et 390g respectivement. Il est important de souligner, que les rations dans notre expérimentation sont différentes de celles rapportées dans la littérature. L'aliment grossier utilisé dans notre étude est représenté par la paille de blé, caractérisée par une faible valeur nutritive et une faible teneur protéique qui lorsque mélangée aux grignons d'olives ne peut provoquer un gain du poids vif des animaux. Cependant, comme noté dans le tableau 40, la brutale perte

de poids s'est étalée pendant les trois premières semaines. A partir de la 4<sup>ème</sup> semaine les antenais ont montré un poids constant pour après gagner du poids et marquer une légère augmentation du GMQ durant les trois dernières semaines avec 41.67, 41.67 et 83.3g/j respectivement.

### 3.3.1.5. Paramètres biochimiques essai 1

**Tableau. 41.** Calcium, glucose, protéines et urée du sérum des antenais ayant comme rations 60 PB, 60PGO, 60 PPFO

	Rations <sup>1</sup>			Valeur P
	PB+CON	PB+GO	PB+PO	
Ca1	8.96	6.27	8.37	0.134
Ca2	8.84 <sup>a</sup>	6.28 <sup>b</sup>	9.66 <sup>a</sup>	0.025
Ca3	8.99 <sup>a</sup>	6.18 <sup>b</sup>	10.31 <sup>a</sup>	0.01
Glucose1	62.3	46.13	59.15	0.42
Glucose2	62.95 <sup>a</sup>	48.17 <sup>b</sup>	73.16 <sup>a</sup>	<0.01
Glucose3	68.18 <sup>a</sup>	42.73 <sup>b</sup>	67.05 <sup>a</sup>	<0.01
Urée1	41.61 <sup>a</sup>	28.10 <sup>b</sup>	35.64 <sup>a</sup>	<0.01
Urée2	34.31	29.35	31.83	0.1
Urée3	36.08 <sup>a</sup>	31.18 <sup>b</sup>	31.11 <sup>b</sup>	0.04
Protéines1	7.76	7.31	6.76	0.07
Protéines2	10.096 <sup>a</sup>	6.38 <sup>b</sup>	5.43 <sup>b</sup>	P<0.001
Protéines3	11.07 <sup>a</sup>	6.14 <sup>b</sup>	5.13 <sup>b</sup>	P<0.001

<sup>1</sup>60PB: 60% paille de blé, 40% concentré; 60PGO: 60% paille de blé, 40% grignons d'olives; 60PPFO: 60% paille de blé, 40% pulpe fraîche d'oranges

Le taux de calcium sérique était identique chez les animaux ayant ingérés de la paille de blé + concentré ainsi que la paille de blé+la pulpe fraîche d'orange avec une valeur oscillant entre 8.4 à 10.3 mg/dl et 8.96 à 8.99mg/dl pour la 60 PB, 60PPFO respectivement.

L'addition des grignons d'olives dans la ration des antenais a diminué d'une façon significative le taux de glucose sérique (P<0.01). Alors que les rations à

base de paille de blé et de concentré et/ou de pulpes fraîches d'oranges n'ont eu aucun effet sur le taux du glucose sérique.

Par ailleurs et en ce qui concerne les protéines totaux, une différence significative a été observée pour le lot d'animaux ingérant la paille de blé et le concentré, cela peut être expliqué par la teneur élevée du concentré en MAT (128g/kg MS).

### 3.3.2. Essai 2. Incorporation des noyaux de dattes dans des rations contenant de la paille de blé comme aliment grossier et des pulpes d'agrumes ou du concentré comme complément

#### 3.3.2.1. Composition des rations

Le but de cette étude est de déterminer l'effet de l'addition des noyaux de dattes dans une ration à base de paille de blé et de concentré ou de pulpe fraîche d'oranges sur le poids et le GMQ d'antennais. Vingt quatre (24) antennais de la race Ouled Djellal âgés en moyenne de 12 mois ont été répartis au hasard en 4 lots de six animaux chacun. Le 1<sup>er</sup> lot recevait une ration composée de paille de blé et de concentré (60:40), le 2<sup>ème</sup> lot recevait une ration formée de paille de blé et de pulpe fraîche d'oranges (60 :40), le 3<sup>ème</sup> lot recevait un mélange de paille de blé et de noyaux de dattes (80:20) comme aliment grossier en addition de la pulpe fraîche d'oranges constituant 40% de la ration et le 4<sup>ème</sup> groupe ingérait un mélange de paille de blé et de noyaux de dattes (80 :20) et 40% de concentré.

**Tableau. 42.** Composition des rations (essai 2)

Ingrédients	60PB	60PPFO	60MIXPPFO	60MIX
Paille de blé (60%)	1.5	1.5	1.5	1.5
Pulpe d'orange (40%)	-	1	1	-
Noyaux de dattes (200g)	-	-	200g	200g
Concentré (40%)	1	-	-	1

<sup>1</sup>60PB: 60% paille de blé, 40% concentré; 60PPFO: 60% paille de blé, 40% pulpe fraîche d'oranges; 60MIXPPFO: 60% (paille de blé+noyaux de dattes), 40% de pulpe fraîche d'oranges, 60MIX: 60% (paille de blé+noyaux de dattes), 40% de concentré.

### 3.3.2.2. Composition chimique des rations

En ce qui concerne la composition chimique des rations expérimentales, en termes de teneurs en MAT, FDN et cellulose, elle est pratiquement identique.

**Tableau. 43.** Composition chimique (g/100g Matière sèche) des aliments

	MO	MAT	FDN	FDA	Hemi	Cell	Lign
Aliments <sup>1</sup>							
PB	91.8	4.44	71.1	41.2	29.9	30.3	10.9
ND	99.0	5.11	86.5	62.1	24.4	38.9	23.1
CON	93.5	12.85	58.9	7.18	51.7	5.05	2.13
60PB	92.5	7.81	66.2	27.6	38.6	20.2	7.37
60PPFO	93.6	5.06	51.2	30.5	7.15	20.7	23.3
60MIXPPFO	94.4	5.14	53	33	8.63	20	24.3
60MIX	93.3	7.89	68.0	30.1	38.0	21.2	8.84

<sup>1</sup> PB: paille de blé; PPFO: pulpes d'orange; ND: noyaux de dattes; CON: concentré; 60PB: 60:40 paille de blé: concentré; 60PPFO: 60 :40 Paille de blé: pulpe d'orange; 60MIXPPFO: 60:40 MIX: pulpe d'orange; 60MIX: 60:40MIX: concentré. MIX (80:20 paille de blé: noyaux de dattes).

### 3.3.2.3. Evolution du poids

**Tableau. 44.** Poids des antenais en (kg) ayant des rations contenant de la 60PB ou 60MIX avec des noyaux de dattes

	Animaux	1 <sup>ème</sup> S <sup>2</sup>	2 <sup>ème</sup> S	3 <sup>ème</sup> S	4 <sup>ème</sup> S	5 <sup>ème</sup> S	6 <sup>ème</sup> S	7 <sup>ème</sup> S	8 <sup>ème</sup> S
60PB	Tot	257	258	258	259	260.8	264	269.6	274.6
	Moy	42.83	43	43	43.6	43.46	44	44.93	46.1
60PPFO	Tot	206	207	207	207	209	212	217	223
	Moy	34.33	34.5	34.5	34.5	34.83	35.33	36.16	37.66
60MIXPPFO	Tot	226	227	231	237	244	248	256.5	266.5
	Moy	37.6	37.83	38.5	39.5	40.66	41.33	42.75	44.4
60MIX	Tot	238	241	245	252	258	266.6	274.6	266.5
	Moy	39.6	40.1	40.8	42	43	44.4	45.7	47.3

<sup>1</sup>PB: paille de blé; PPFO: pulpes d'orange; ND: noyaux de dattes; CON: concentré ; 60PB: 60:40 paille de blé: concentré; 60PPFO: 60 :40 Paille de blé: pulpe d'orange; 60MIXPPFO: 60:40 MIX:pulpe d'orange; 60MIX: 60:40MIX: concentré. MIX (80:20 Paille de blé: Noyaux de dattes).

<sup>2</sup>s: Semaines

### 3.3.2.4. GMQ des antenais

### 3.3.2.5. Evolution du GMQ

**Tableau. 45.** Evolution du GMQ durant l'essai<sup>2</sup>

Semaines	60PB	60PPFO	60MIX	60MIXPPFO	Valeur P
1	-370 <sup>a</sup>	-37 <sup>b</sup>	-20 <sup>b</sup>	74.07 <sup>b</sup>	<0.001
2	23.8	23.8	71.4	23.8	0.957
3	0	0	83.3	74.05	0.544
4	18.5	0	145	125	0.096
5	37.5	37.04	145.6	129.6	0.181
6	104.1	83.3	157.5	111.1	0.372
7	166.6	111.1	187.5	157.4	0.194
8	208.3 <sup>a</sup>	142.8 <sup>b</sup>	240 <sup>a</sup>	238.1 <sup>a</sup>	0.013

<sup>1</sup> PB: paille de blé; PPFO: pulpes d'orange; ND: noyaux de dattes; CON: concentré; 60PB: 60:40 paille de blé: concentré; 60PPFO: 60:40 Paille de blé: pulpe d'orange; 60MIXPPFO: 60:40 MIX:pulpe d'orange; 60MIX: 60:40MIX: concentré. MIX (80:20 Paille de blé : Noyaux de dattes).

<sup>a, b</sup> Valeurs moyennes dans la ligne avec les lettres différentes sous écrites (P<0.05).

L'addition des noyaux de dattes dans les 2 rations (60MIX, 60MIXPPFO) s'est accompagnée d'une augmentation du poids moyen des animaux de 7.7kg et 5.4kg respectivement, poids moyen initial égal à 39.6 kg, 37.3 kg à 47.3kg, 42.7kg respectivement à la fin de l'expérimentation.

Alors que, les lots d'animaux ayant comme ration soit la 60PB ou la 60PPFO, ont montré une augmentation de poids de l'ordre de 2.1kg et 1.8kg

respectivement entre la première et la dernière pesée. Avec un poids moyen initial égal à 42.8 kg et 34.3 kg contre un poids moyen final égal à 44.9kg et 36.1kg respectivement.

La même tendance a été observée pour le gain moyen quotidien (GMQ) avec une amélioration nette des GMQ d'animaux ayant des rations contenant des noyaux de dattes (figure 19 et 20). Les GMQ des lots ayant pour ration la 60PB et la 60PPFO étaient de 23.8g à la deuxième semaine et de 208g/j-142g/j. Alors que les lots ingérant la 60MIX et 60MIXPPFO, ont montré une augmentation journalière de poids entre 71.4g/j et 23.8g/j, à la 2<sup>ème</sup> semaine et 238 g/j et 240 g/j respectivement à la fin de l'essai. L'incorporation de la pulpe d'oranges fraîches dans la ration de base n'a pas eu d'effet significatif sur l'évolution du poids et du gain moyen quotidien des antenais. Ces résultats sont comparables à ceux reportés par **Al Owaimer et al., 2011**; **El Hag et al., 1993**; **Al Ani et al., 1991**; **Rihani et al., 1988** et **Al Kinani & Alwash, 1975**. Alors que **Dabbeb, 2005** a indiqué que l'introduction des noyaux de dattes dans l'alimentation à raison de 10 et 20% de la ration n'a pas montré une augmentation du taux de croissance en comparaison avec le groupe de contrôle.

**Al Owaimer et al., 2011** a montré que les résultats contradictoires cités dans d'autres études sur les noyaux de dattes peut être due à la différence des proportions des composants du concentré dans les rations, à l'utilisation de différentes races, à la conduction des expérimentations à différentes périodes. A partir des résultats obtenus, il ressort que l'incorporation des noyaux de dattes dans une ration à base de paille de blé et de concentré ou d'une ration composée par de la paille de blé et de la pulpe d'oranges, a une influence positive sur l'augmentation du poids des animaux et par conséquent sur leur gain moyen quotidien.

Il est à noter que les noyaux de dattes constituent une bonne source de cellulose, et donc d'énergie. Toutefois, leur faible teneur en MAT, nécessite une complémentation de la ration en matières azotées totales.

### 3.3.2.6. Paramètres biochimiques essai 2

**Tableau. 46.** Ca, glucose, protéines et urée selon les différentes rations

Paramètres sériques	60 PB	60PPFO	60MIXPPFO	60MIX	ET <sup>1</sup>	Valeur P
Ca1(mg/dl)	8.96	8.37	9.14	10.74	1.78	0.157
Ca2 (mg/dl)	8.99	10.31	11.78	11.17	1.78	0.06
Glucose1(mg/dl)	62.30	59.14	68.67	70.04	9.84	0.207
Glucose2(mg/dl)	68.18	67.05	74.15	72.83	9.72	0.529
Protéine1 (g/l)	7.76 <sup>a</sup>	6.76 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	10.68 <sup>b</sup>	0.79	<0.0001
Protéine 2 (g/l)	11.07 <sup>a</sup>	5.13 <sup>b</sup>	7.84 <sup>c</sup>	11.22 <sup>a</sup>	1.39	<0.0001
Urée1 (mg/dl)	41.61	35.64	38.9	47.03	7.22	<0.07
Urée2 (mg/dl)	36.08 <sup>a</sup>	31.11 <sup>a</sup>	34.46 <sup>a</sup>	48.16 <sup>b</sup>	4.95	<0.0001

<sup>1</sup> erreur standard des moyennes.

<sup>a, b</sup> valeurs moyennes dans la ligne avec les lettres différentes sous écrites (P<0.05).

(Ca1, glucose1, protéines1, et urée1: 1<sup>er</sup> échantillon de sang; Ca2, Glucose2, protéines2, urée2: 2<sup>ème</sup> échantillon de sang).

Le tableau 46 a montré que le taux de Ca sérique n'a pas changé dans tous les groupes. Le taux le plus élevé de Ca était observé dans le groupe ingérant la 60MIX avec une valeur moyenne de 11.17mg/dl à la fin de l'essai. Ces résultats sont en accord avec les valeurs montrées dans la littérature avec un taux de Ca situé entre 9.4 et 12mg/dl (Cone et al., 1967).

Le taux sérique de Ca est compris entre 59.17mg/dl et 74.15mg/dl et une augmentation du taux glucose était remarquée à la fin de l'essai, aucune différence significative n'a été observée parmi les lots.

Il est à noter que tous les aliments composant les rations utilisées dans l'expérimentation sont des aliments riches en énergie. Le concentré est un aliment commun, utilisé pour fournir l'énergie et les protéines nécessaires aux animaux (**Wood et al., 2000**). **Harris et al. (1982)** ont cité que la pulpe fraîche d'oranges est une bonne source d'énergie digestible et elle améliore l'utilisation des autres composés des rations des ruminants.

Aucune différence significative n'a été notée pour les protéines totales et l'urée entre les groupes ( $P < 0.001$ ). Le taux sérique des protéines totales a varié entre 5.13g/l, 7.84g/l pour la 60PPFO et la 60MIXPPFO respectivement et était supérieur dans la 60PB et la 60MIX avec 11.07g/l, 11.22g/l respectivement. Le taux d'urée dans le sang était significativement élevé dans la 60MIX avec 48.16mg/dl. Ce taux élevé d'urée dans le sang peut-être expliqué par la teneur élevée de la ration en protéines en comparaison aux deux autres groupes.

Le taux élevé en urée plasmatique est due à l'augmentation des fermentations. **Kennedy.1980** a observé que la complémentation par des grains riches en amidon ou des pulpes sèches, fournissait de l'énergie, ce qui permet la capture de l'urée par les microorganismes dans le rumen (**NRC. 2007**). Le remplacement du concentré par la pulpe d'oranges n'a pas eu d'effet significatif sur les paramètres sériques des animaux. En plus, la pulpe fraîche d'oranges a induit un taux élevé du glucose et du Ca dans le sang.

L'addition des noyaux de dattes dans la ration 60MIXPPFO et dans la ration 60MIX, a eu pour effet l'augmentation des taux sériques des protéines et d'urée.

### 3.3.3. Evolution des poids et des GMQ des animaux (toutes les rations)

#### 3.3.3.1. Evolution des poids des animaux (toutes les rations)

Tableau. 47. Evolution du poids des antenais selon les rations

	1 s	2 S	3 S	4 S	5 S	6 S	7 S	8 S	9 S
60PB	46	47	47	46	46	46	47	48	50
60PB	39	40	40	40	40	41	42	43,6	45,6
60PB	40	39	38	39	40	41	42	43	44
60PB	39	39	39	39	39	39	39	39	41
60PB	45	45	47	47	46	45	46	47	49
60PB	46	47	47	47	48	48,8	48	49	50
60PGO	44	41	41	39	39	38	38	38	38
60PGO	34	33	33	30	30	30	30	31	32
60PGO	47	43	43	42	41	41	42	42	43
60PGO	39	36	36	33	33	33	32	32	32
60PGO	37	32	32	31	31	34	36	38	40
60PGO	47	43	43	42	42	40	40	41	41
60PPFO	30	31	33	36	38	40	41	42	43
60PPFO	41	40	36	35	34	32	32	32	33
60 PPFO	37	37	38	35	33	32	32	33	34
60 PPFO	34	33	33	34	35	36	37	38	39
60 PPFO	30	30	31	30	29	30	31	32	33
60 PPFO	36	35	36	37	38	39	39	40	41
60MIXPPFO	28	30	30	30	30	31	32	33,5	35,5
60MIXPPFO	29	30	31	32	33	33	34	36	38
60MIXPPFO	45	43	43	44	46	47	47	48	49
60MIXPPFO	44	44	44	45	46	47	48	49	51
60MIXPPFO	47	47	46	47	48	50	50	51	52
60MIXPPFO	29	32	33	33	34	36	37	39	41
60MIX	34	33	34	34	35	36	37	40	42
60MIX	35	35	35	36	37	38	39	40	42
60MIX	49	49	49	50	52	53,4	55	57	59
60MIX	42	42	43	44	45	46	48	49	51
60MIX	40	40	40	41	42	42,8	43,8	44,8	46,2
60MIX	39	39	40	40	40,9	41,8	42,7	43,7	45,9

Le tableau 47 rapporte l'évolution du poids des animaux par lots selon les différentes rations. Les poids des animaux étaient situés dans un intervalle entre 28 kg et 47kg au début de l'expérimentation, et oscillaient entre 32-59kg à la fin de l'expérimentation.

### 3.3.3.2. Evolution des GMQ des animaux (toutes les rations)

Tableau. 48. Evolution des GMQ par animal et par ration (g/j)

	GMQ2	GMQ3	GMQ4	GMQ5	GMQ6	GMQ7	GMQ8
60PB	0	-125	0	0	125	125	250
60PB	0	0	0	125	125	200	250
60PB	-142.8	125	111.1	125	125	0,125	0,125
60PB	0	0	0	0	0	0	250
60PB	285.7	0	-111.1	-125	125	125	250
60PB	0	0	111.1	100	125	125	125
60PGO	-285.7	0	0	-125	0	0	0
60PGO	-428.5	0	0	0	0	0	125
60PGO	-142.86	-125	0	0	125	125	125
60PGO	-428.5	0	0	0	-125	-125	0
60PGO	-142.8	0	111.1	250	250	250	250
60PGO	-142.8	0	-111.1	-125	0	0	0
60PPFO	285.7	333.3	250	222.2	166.7	111.1	142.8
60PPFO	-571.4	-111.1	-125	-222.2	0	111.1	142.8
60 PPFO	142.8	-333.3	-250	-111.1	0	111.1	142.8
60 PPFO	0	111.1	125	111.1	166.6	111.1	142.8
60 PPFO	142.8	-111.1	-125	111.1	166.6	111.1	142.8
60 PPFO	142.8	111.1	125	111.1	0	111.1	142.8
60MIXPPFO	0	0	0	111.1	166.6	166.6	285.7
60MIXPPFO	142.8	111.1	125	0	166.6	222.2	285.7
60MIXPPFO	0	111.1	250	111.1	0	111.1	142.8
60MIXPPFO	0	111.1	125	111.1	166.6	111.1	285.7
60MIXPPFO	-142.8	111.1	125	222.2	0	111.1	142.8
60MIXPPFO	142.8	0	125	222.2	166.6	222.2	285.7
60MIX	142.8	0	125	142.8	125	375	250
60MIX	0	125	125	142.8	125	125	250
60MIX	0	125	250	200	200	250	250
60MIX	142.8	125	125	142.8	250	125	250
60MIX	0	125	125	125	125	125	175
60MIX	142.8	0	120	120	120	125	267.5

Le tableau 48 montre l'évolution des GMQ de tous les animaux selon les différentes distribuées. On a constaté des pertes poids au début de l'expérimentation chez les animaux ayant des rations composées de PGO et de

PPFO. Dans les rations composées de grignons d'olives, les animaux ont perdu jusqu'à 428g/j la 1<sup>ère</sup> semaine, cette perte brutale du poids des animaux peut être expliquée par la faible digestibilité des grignons d'olives et par le goût inhabituel des grignons d'olives chez les animaux.

### 3.3.3. GMQ moyen des rations

Tableau. 49. GMQ moyen selon les rations

Moyenne des GMQ	60PB	60PGO	60PPFO	60MIXPPFO	60MIX	ET	Valeur P
GMQ1	-0.37 <sup>a</sup>	-0.37 <sup>a</sup>	-0.37 <sup>b</sup>	-0.074 <sup>b</sup>	-0.02 <sup>b</sup>	0.154	<0.001
GMQ2	23.8	-26.1	23.8	23.8	71.4	0.173	0.018
GMQ3	0	-20	0	74.1	83.3	0.118	0.44
GMQ4	18.5	0	0	125	145	0.108	0.059
GMQ5	37.5	0	37.5	129.6	145.6	0.113	0.141
GMQ6	104.1	41.6	83.3	111.1	157.5	0.087	0.261
GMQ7	116.6	41.6	111.1	157.4	187.5	0.083	0.059
GMQ8	208 <sup>a</sup>	83 <sup>b</sup>	142.8 <sup>b</sup>	238.1 <sup>a</sup>	240.4 <sup>a</sup>	0.064	0.001

Dans le tableau 49. On a essayé de comparer toutes les rations et qui sont composées de paille de blé et de concentré, de paille de blé et de grignons d'olives, de paille de blé et de pulpe fraîche d'oranges, de paille de blé mélangée à des noyaux de dattes et de pulpe fraîche d'oranges et de paille de blé mélangée à des noyaux de dattes et du concentré.

Au début de l'expérimentation, on a constaté des pertes de poids pour toutes les rations. Cette perte peut-être expliquée par la quantité de la ration donnée avant l'achat des animaux par leur propriétaire. Au cours de cette période, l'éleveur distribuait environ 2kg de concentré/animal/j.

Alors que les animaux du groupe 60PGO ont perdu en moyenne -0.37g/j,

-26.1g/j, -20g/j les trois premières semaines, on a constaté que leur poids était stable puis a augmenté la dernière semaine.

Il n'y a pas eu de différence significative entre les rations à l'exception de la dernière semaine ou les animaux du groupe 60PB, 60MIXPPFO, 60MIX ont montré un gain moyen de poids de 208g/j, 238.1g/j, 240.4g/j respectivement.

Ces résultats montrent que le remplacement du concentré par de la pulpe fraîche d'oranges est très intéressant où il y a une production élevée en agrumes en Algérie.

Les grignons d'olives bien qu'ils ne soient pas très énergétiques peuvent remplacer le concentré lors des périodes creuses de l'année particulièrement chez les animaux à l'entretien.

Les noyaux de dattes augmentent le poids des animaux recevant de la pulpe fraîche d'oranges.

Les noyaux de dattes sont des aliments riches en fibres, en sucres simples et en lipides, et comme on a pu le constater dans les essais de fermentations ont un rôle important dans l'amélioration de la digestibilité des aliments.

### 3.3.3.4. Paramètres biochimiques des animaux (toutes les rations)

Les tableaux 50, 51, 52 et 53 présentent les taux de Ca, de glucose, de protéines et d'urée de l'ensemble des antenais ayant ingérés les différentes rations (60 PB, 60 GO, 60 PPFO, 60 MIXPPFO et 60 MIX).

**Tableau. 50** Taux de Ca sérique des animaux ingérant différentes rations

	Ca <sub>1</sub> (mg/dl)	Ca <sub>2</sub> (mg/dl)	Ca <sub>3</sub> (mg/dl)
60PB	7,598784	7,614081	7,718383
60PB	12,15805	12,37288	12,75098
60PB	6,382979	5,215124	6,518905
60PB	6,838906	6,127771	5,345502
60PB	8,054711	9,191656	9,243807
60PB	12,76596	12,5163	12,38592
60PGO	4,574468	6,779661	6,857888
60PGO	5,151976	4,432855	4,758801
60PGO	4,103343	5,606258	7,496741
60PGO	8,844985	7,353325	6,714472
60PGO	7,87234	6,779661	6,72751
60PGO	7,12766	6,779661	4,537158
60PPFO	10,691	8,813559	10,11734
60PPFO	7,483703	11,38201	9,217731
60 PPFO	6,636245	9,491525	10,57366
60 PPFO	6,636245	9,035202	8,318123
60 PPFO	7,653194	9,856584	11,56454
60 PPFO	11,1734	9,400261	12,12516
60MIXPPFO	9,126467	9,4	10,26076
60MIXPPFO	9,126467	9,634941	12,46415
60MIXPPFO	7,67927	7,392438	11,2
60MIXPPFO	10,43025	11,43416	12,4
60MIXPPFO	9,243807	10,88657	12,4
60MIXPPFO	9,243807	10,88657	12
60MIX	10,43025	11,73403	11,7
60MIX	10,89961	9,765319	9,76
60MIX	10,49544	11,73403	11,74
60MIX	11,32986	11,01695	11,02
60MIX	10,89961	11,59061	11,59
60MIX	10,41721	11,21252	11,21

**Tableau. 51.** Taux de protéines sérique des animaux ingérant différentes rations

	Protéines <sub>1</sub> (g/dl)	Protéines <sub>2</sub> (g/dl)	Protéines <sub>3</sub> (g/dl)	Protéines <sub>4</sub> (g/dl)
60PB	7,55	7,5	8,93	8,82
60PB	7,3	7,34	8,04	9,07
60PB	7,55	7	9,4	9,10
60PB	8,4	8,8	11,7	14,11
60PB	7,27	8,7	10,6	12,8
60PB	8,5	8,9	11,9	12,4
60PGO	6,25	5,3	5,2	5,1
60PGO	6,8	5,35	6,99	8,5
60PGO	7,45	5,46	4,2	7
60PGO	7,19	4,81	7,90	5,4
60PGO	6,82	4,29	7,63	5,54
60PGO	9,3	7,19	6,8	5,3
60PPFO	6,81	5,8	5,8	5,49
60PPFO	6,81	5,9	5,54	5,06
60 PPFO	6,80	5,7	5,4	5,01
60 PPFO	6,8	5,3	5,8	5,4
60 PPFO	6,7	5,4	5,3	5,1
60 PPFO	6,66	5,93	4,75	4,75
60MIXPPFO	7	5,48	7,91	7,4
60MIXPPFO	7,06	6,49	8,0	7,5
60MIXPPFO	5,18	6,79	7,8	7,68
60MIXPPFO	7,53	5,57	8,2	7,87
60MIXPPFO	8,20	6,64	8,9	8,1
60MIXPPFO	8,11	5,9	8,7	8,5
60MIX	11,1	11,9	11,3	11,3
60MIX	10	10,23	10,9	11
60MIX	12	13,01	12,9	13
60MIX	10,9	9,62	11,08	11,02
60MIX	9,1	8,72	8,72	8,8
60MIX	11	10,29	12,13	12,2

**Tableau. 52.** Taux de glucose sérique des animaux ingérant différentes rations

	Glucose <sub>1</sub> (mg/dl)	Glucose <sub>2</sub> (mg/dl)	Glucose <sub>3</sub> (mg/dl)	Glucose <sub>4</sub> (mg/dl)
60PB	74,18	74,2	77	77,1
60PB	60,83	60,9	70	70
60PB	53,24	54	56	57
60PB	57,94	60	62	63
60PB	64,07	65	69,9	71
60PB	63,53	63,6	68	71
60PGO	66,7	66,8	49	49
60PGO	66,78	67	48	49,5
60PGO	60,10	60,2	46	47,9
60PGO	77,43	37	39	41
60PGO	3,97	39	39,5	43
60PGO	1,80	19	25	26
60PPFO	56,1	31,22	68,41	35,2
60PPFO	56,13	22,74	63,35	74,9
60 PPFO	72,92	27,79	78,15	77,6
60 PPFO	72,9	27,79	73,82	76
60 PPFO	67,5	19,31	77,9	73,1
60 PPFO	29,24	39,71	77,25	65,52
60MIXPPFO	68	32,67	77,25	77
60MIXPPFO	73,2	34,47	77,07	78
60MIXPPFO	58,30	20,39	57,03	60
60MIXPPFO	74	47,83	77,61	78,2
60MIXPPFO	71,4	48,37	74,54	75,8
60MIXPPFO	66,9	45	74,54	75,9
60MIX	70,01	70,03	71,3	71,5
60MIX	77	77,79	77,61	77,61
60MIX	61,19	75,09	74	75,81
60MIX	70,75	66,7	66,7	66,7
60MIX	66,78	74,9	75,27	75,81
60MIX	74,5	66,78	68,41	69,49

**Tableau. 53.** Taux de l'urée sérique des animaux ingérant différentes rations

	Urée <sub>1</sub> (mg/dl)	Urée <sub>2</sub> (mg/dl)	Urée <sub>3</sub> (mg/dl)	Urée <sub>4</sub> (mg/dl)
60PB	45,	36,4	36,4	37,5
60PB	32,2	36,6	36,7	37,5
60PB	49,0	32,8	33,5	35
60PB	35,9	33,0	34,5	36,7
60PB	36,8	34,2	35	36,9
60PB	51	32,6	32,7	32,9
60PGO	33,1	34	32,1	33,6
60PGO	33,1	35,1	32,3	35,2
60PGO	22,1	23,1	25,6	25,2
60PGO	30,5	33,3	34,2	33,1
60PGO	24,3	24,5	29,9	30
60PGO	25,4	26,1	30	30
60PPFO	40,9	35,7	35,4	35,2
60PPFO	40,9	36,1	36,1	36,6
60 PPFO	40,3	33,4	32,1	30,2
60 PPFO	29,9	27,5	27,5	27,5
60 PPFO	26,9	24,2	24,1	24,,1
60 PPFO	34,9	34,1	33	33
60MIXPPFO	34,2	35,4	33,4	36,2
60MIXPPFO	45,3	39	31,8	32,6
60MIXPPFO	46,2	42,8	37,7	32,1
60MIXPPFO	45,7	43,2	39,1	37,9
60MIXPPFO	48,0	42,1	45,6	45,7
60MIXPPFO	47,2	42,3	40,4	40,4
60MIX	51	51,1	51	51,2
60MIX	48,1	54,8	54,9	55
60MIX	52,3	31,8	31,8	32
60MIX	48,7	48,4	48,5	49
60MIX	28,1	49,3	49,4	50
60MIX	53,8	51,7	51,8	51,79

**Tableau. 54.** Tableau récapitulatif des moyennes des paramètres biochimiques des rations

Paramètres sériques	60PB	60PGO	60PPFO	60MIXPPFO	60MIX	ET <sup>1</sup>	Valeur P
Ca1 (mg/dl)	8.96 <sup>a</sup>	6.28 <sup>b</sup>	8.37 <sup>a</sup>	9.14 <sup>a</sup>	10.74 <sup>a</sup>	1.815	<0.005
Ca2 (mg/dl)	8.84 <sup>a</sup>	6.28 <sup>b</sup>	9.66 <sup>a</sup>	9.93 <sup>a</sup>	11.17 <sup>a</sup>	1.69	<0.001
Ca2 (mg/dl)	8.99 <sup>a</sup>	6.18 <sup>b</sup>	10.31 <sup>a</sup>	11.78 <sup>a</sup>	11.17 <sup>a</sup>	1.68	<0.001
Glucose1(mg/dl)	62.95 <sup>ab</sup>	48.17 <sup>bc</sup>	28.1 <sup>d</sup>	38.13 <sup>cd</sup>	71.9 <sup>a</sup>	11.3	0.164
Glucose2(mg/dl)	67.1 <sup>a</sup>	41.08 <sup>b</sup>	73.16 <sup>a</sup>	73.01 <sup>a</sup>	72.23 <sup>a</sup>	7.07	<0.001
Glucose2(mg/dl)	68.18 <sup>a</sup>	42.73 <sup>b</sup>	67.05 <sup>a</sup>	74.15 <sup>a</sup>	72.83 <sup>a</sup>	9.56	<0.001
Protéines1 (g/l)	7.76 <sup>a</sup>	7.31 <sup>a</sup>	6.76 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	10.68 <sup>b</sup>	0.852	<0.001
Protéines 2 (g/l)	8.04 <sup>b</sup>	5.40 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	6.15 <sup>a</sup>	10.63 <sup>b</sup>	0.951	<0.001
Protéines 2 (g/l)	11.02 <sup>a</sup>	6.14 <sup>b</sup>	5.13 <sup>bc</sup>	7.84 <sup>c</sup>	11.22 <sup>a</sup>		<0.001
Urée1 (mg/dl)	34.31 <sup>ab</sup>	29.35 <sup>a</sup>	31.83 <sup>a</sup>	40.81 <sup>bc</sup>	47.9 <sup>c</sup>	5.12	<0.001
Urée2 (mg/dl)	34.8 <sup>a</sup>	30.6 <sup>a</sup>	31.36 <sup>a</sup>	38.01 <sup>a</sup>	47.9 <sup>b</sup>	4.99	<0.001
Urée2 (mg/dl)	34.3 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>	31.8 <sup>a</sup>	40.8 <sup>b</sup>	47.9 <sup>b</sup>	5.12	<0.001

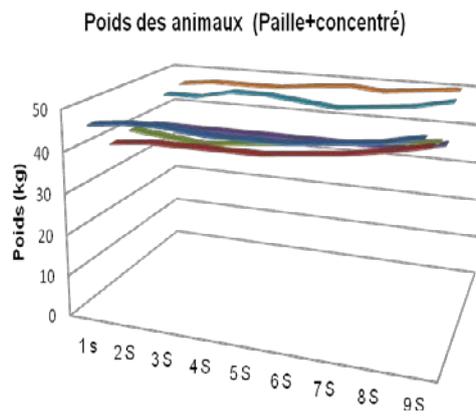
Le tableau 54 montre qu'il y a une différence significative entre les groupes d'animaux.

En ce qui concerne le taux de Ca, les animaux ingérant une ration composée de paille de blé et de grignons d'olives ont montré le plus faible taux de Ca sérique en comparaison avec toutes les autres rations avec 6.28, 6.16 mg/dl.

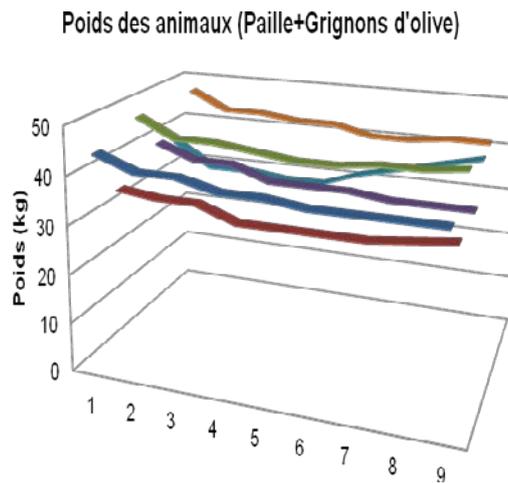
Les rations 60 MIXPPFO et 60 MIX ont induit le plus important taux de Ca sérique avec des valeurs de 11.17mg/dl.

L'addition des grignons d'olives dans la ration a eu pour effet, un taux faible de glucose dans le sang des animaux ( $P < 0.001$ ) avec des valeurs situées entre 41 et 42mg/dl contre des valeurs de glucose sérique entre 67-74mg/dl pour les animaux des autres groupes.

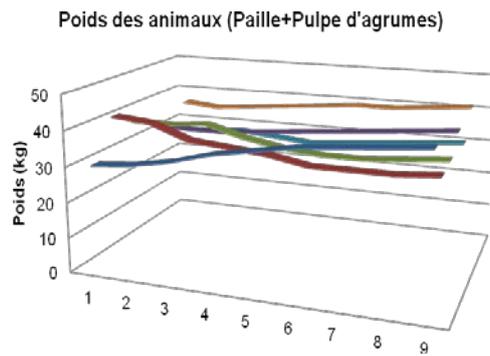
Le taux des protéines et de l'urée était le même pour les rations 60PB et 60 PGO. Les taux les plus élevés étaient notés dans les rations contenant du concentré. Il a été noté par de nombreux auteurs que les rations riches en matières azotées causaient une augmentation du taux des protéines et de l'urée dans le sang par rapport aux rations pauvres en MAT.



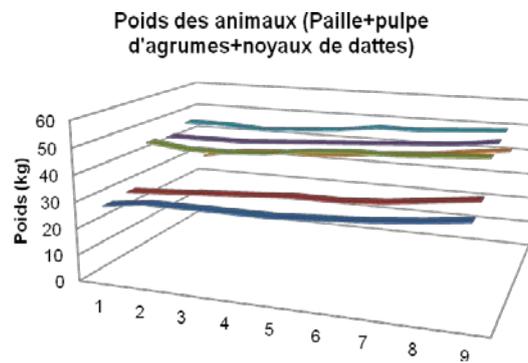
**Figure. 16.** Evolution du poids des animaux ingérant la paille+concentré (60PB)



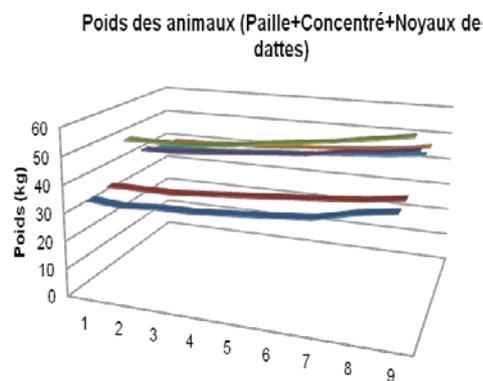
**Figure. 17.** Evolution du poids des animaux ingérant la paille+grignons d'olives (60PGO)



**Figure. 18.** Evolution du poids des animaux ingérant la paille+pulpe fraîche d'oranges (PPFO)



**Figure. 19.** Evolution du poids des animaux ingérant la paille+pulpe fraîche d'oranges+noyaux de dattes (PMIXPFO)



**Figure. 20.** Evolution du poids des animaux ingérant la paille+concentré+noyaux de dattes (60MIX)

## CONCLUSION GENERALE

L'analyse chimique a permis de constater que les sous-produits étudiés (paille, grignons d'olives, noyaux de dattes) à l'exception de la pulpe sèche d'orange ont présenté une forte teneur en lignine et une faible teneur en MAT. Le concentré utilisé dans cette étude, composé, de soja, de maïs, d'orge et de son, a présenté les caractéristiques des aliments concentrés avec une faible teneur en lignine et une forte teneur en MAT.

Les fermentations *in vitro* des rations composées où l'effet du remplacement de 20% de la paille de blé par des noyaux de dattes a été analysé, ont montré que l'addition des noyaux de dattes dans les rations avec comme complément soit un concentré, les pépins d'oranges, les pépins de mandarines, la pulpe sèche d'oranges ou les grignons d'olives n'a pas eu d'effet significatif sur les paramètres de fermentations dans les rations 80PB et 80MIX.

Par ailleurs, les noyaux de dattes ont permis d'augmenter la synthèse d'acide acétique dans les rations 60MIX, 60MIXGO, 60MIXPSO par rapport aux rations (60 PB, 60GO, 60PSO respectivement). L'augmentation de la synthèse de l'acide acétique, principal précurseur de la synthèse de lait et de la matière grasse dans la glande mammaire est un important indicateur dans l'orientation des fermentations dans le rumen et par conséquent dans les productions animales.

Les noyaux de dattes ont augmenté le Cud de la MS, des FDN et des FDA dans les rations 60MIX, 60MIXGO, 60MIXPSO. L'addition des noyaux de dattes dans des rations composées de paille à 60% et d'un sous produit à 40% même riche en lignine indigestible a augmenté la digestion de la cellulose, de l'hémicellulose et de la lignine. Cette amélioration de la digestibilité peut-être est due à la richesse des noyaux de dattes en lipides et de leur richesse en sucres solubles comme cités dans la littérature.

La pulpe sèche d'oranges a permis l'augmentation de tous les paramètres de digestion. On a pu remarqué une augmentation de l'acide acétique, l'acide

acétique, de l'acide propionique et de l'acide butyrique, les AGV mineurs, ainsi que la digestibilité de la matière organique apparemment fermentée.

La pulpe sèche d'orange peut être ajoutée à des fourrages pauvres pour apporter l'énergie nécessaire à la synthèse microbienne.

Par ailleurs, dans l'étude expérimentale qui a été faite au niveau de la ferme de l'Institut des Sciences vétérinaires, l'incorporation des noyaux de dattes dans des rations composées par la paille de blé et le concentré, la paille de blé et la pulpe fraîche d'oranges a amélioré le poids des animaux avec une nette augmentation du GMQ des animaux.

La substitution du concentré avec la pulpe d'oranges n'a pas eu d'effet significatif sur les paramètres biochimiques des antenais. La pulpe fraîche d'oranges a induit un taux élevé de glucose et de Ca dans le sérum.

Les noyaux de dattes ont augmenté le taux d'urée dans le sang des animaux, ceci peut être un bon indicateur d'une meilleure utilisation des protéines dans les rations MIX, composées de concentré et de pulpe sèche d'oranges.

Dans l'essai où les antenais ont eu des rations composées de paille de blé et de concentré, de paille de blé et des grignons d'olives et de paille de blé et de la pulpe fraîche d'oranges, les grignons d'olives.

Les animaux ayant comme ration de la paille de blé et des grignons ont subi une perte de poids significatif par rapport aux autres rations ( $P < 0.001$ ) avec un GMQ total de  $- 46.04\text{g/j}$ . Nos résultats sont différents de ceux rapportés dans la littérature. Il est à noter que le fourrage utilisé dans la présente étude est la paille de blé, caractérisée par sa faible valeur nutritive et sa faible teneur en MAT qui en addition aux grignons d'olives n'a pas augmenté le poids vif des animaux.

Cependant, comme noté dans les résultats, quand nous avons calculé le GMQ des animaux par semaine, malgré qu'il y ait eu une chute brutale du poids des

animaux les trois premières semaines, les antenais ont pu maintenir un poids constant dans les jours suivants.

Plus loin, nous avons noté une amélioration du GMQ durant les trois dernières semaines avec 41.67g/j, 41.67g/j and 83.3g/j respectivement.

En somme, l'addition des noyaux de dattes dans la ration permet de stimuler la synthèse de l'acide acétique, d'améliorer la digestibilité des autres constituants de la ration, d'augmenter le GMQ des animaux tout en diminuant le risque de météorisation chez les animaux les ingérant de par leur richesse en fibres.

La pulpe fraîche et sèche des oranges est un excellent aliment pour les ovins, non seulement en fournissant les sucres nécessaires aux fermentations microbiennes dans le rumen mais aussi en améliorant la digestibilité des autres composés de la ration qui sont moins digestibles.

Les grignons d'olives peuvent être incorporés dans des rations d'ovins à condition d'allonger la période d'adaptation de cet aliment.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abis S., Blanc P., Lerin F., Mezouaghi M. 2009. Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord. *Confluences Méditerranée*, n.67, automne 2008, 208 p.
- Aguilera J. F., Garcia M. A., Molina, E. 1992. The performance of ewes offered concentrates containing olive by-products in late pregnancy and lactation. *Anim. Prod.*, 55: 219-226.
- Aguilera A., Perez-Gil F., Grande D., De la Cruz I., Juarez J., 1997. Digestibility and fermentative characteristics of mango, lemon and corn stover silages with or without addition of molasses and urea. *Small Rumin. Res.* 26, 87–91.
- Al-Ani A.N., Hassan S.A., Al-Jassim R.A. 1991. Dried date pulp in fattening diets for Awassi lambs. *Small Ruminant Res.*, 6: 31-37.
- Al-Dabeeb S.N. 2005. Effect of feeding low quality date palm on growth performance and apparent digestion coefficients in fattening Najdi sheep. *Small Rum. Res.*, 57: 37-42.
- El-Hag G.A., Al-Yousef Y.M., Al-Mulhim F.N. 1993. A study of different proportions of dates in the ration of sheep. *In: Proceedings on the III Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia. King Faisal Univ., Al-Hassa, KSA*, pp: 343-350.
- Al-Hooti S., Jiuhan S., Quabazard H. 1995. Studies on the physico-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity. *Arab Gulf J.*, 13: 553-569.
- Al-Hooti S., Sidhu, J. S., Qabazard H. 1998. Chemical composition of seeds date fruit cultivars of United Arab Emirates. *Journal of Food Science and Technology*, 35, 44-46.
- Al-Kinani L.M., Al-Wash. A.H. 1975. Study of different proportions of date stones in the ration for fattening Awassi lambs. *Iraq J. Agric. Sci.*, 10: 53-62.

Al- Masri M.R. 2005. Nutritive value of some agricultural wastes as affected by relatively low gamma irradiation levels and chemical treatments, *Biores. Technol.*, 96, 1737- 1741.

Al-Owaimer A.N., El-Waziry A.M., Koochmaraie M., Zahran S.M. 2011. The Use of Ground Date Pits and *Atriplex halimus* as Alternative Feeds for Sheep. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5): 1154-1161.

Al-Shanti H.A., Abou Omar J.M. 2003. Effect of olive cake on layers performance and egg quality. J. Al-Azhar University, Gaza. *Natural sciences*, 6 (1).

Alwash A.H., de Peters E.J. 1982. Date stones for feeding ruminants. *World review of animal production* 18(3): 30-32

Attalla A.M., Harraz F.M. 1996. Chemical composition of the pits of selected date palm cultivars grown in the Qassim region. *Saudi Arabia, Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 14(3), 629–639.

Álvarez-Rodríguez J., Muñoz F., Margalida J. 2009. Nutritive value of crude and extracted two-stage olive cakes produced in Aragón (Spain). *Revista electrónica de Veterinaria*, 10 (3).

Al-Yousef Y.M., Al-Mulhim F.N., El-Hag G.A., El-Gasim E.A. 1993. Apparent digestibility of discarded and date pits together with other agricultural by-products. In: *Proceeding of the third Symposium on The Date Palm. Vol. II*. King Faisal University, Al-Hassa, Saudi Arabia. p. 377-384.

Ammerman C.B., Easley J.F., Arrington L.R., Martin F.G. 1966. Factors affecting the physical and nutrient composition of dried citrus pulp. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 79:223-227.

Ammerman C.B., Henry P.R. 1991. Citrus and vegetable products for ruminant animals. *In: Proceedings of the Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle Symposium*, St. Louis, MO, USA, pp. 103–110.

Ammerman C. B., Baker D. H., Lewis A. J. 1995. Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino acids, Minerals, and Vitamins. *Academic Press*, New York.

A.O.A.C. 1999. Official Methods of Analysis. *16th ed. (5th rev.)* Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

Arosemena A., DePeters E.J., Fadel J.G., 1995. Extent of variability in nutrient composition within selected by-product feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54, 103–120.

Arthington J.D., Pate F.M. 2001. Estimating the value of wet citrus pulp for Florida cattlemen. *EDIS doc. AN 108, Florida Coop. Ext. Service*. Univ. of Florida, Gainesville.

Arthington J.D., Kunkle W.E., Martin A.M., 2002. Citrus pulp for cattle. *Vet. Clin. Food Anim.* 18, 317–326.

Baaziz M., Majourhat K., Bendiab K. 2000. Date palm culture in the Maghreb: constraints and scientific research, *in: Proceedings of the Date Palm International Symposium*, Windhoek, Namibia, 22-25 February, pp: 306-311.

Bampidis V.A., Robinson P.H. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology.* 128 (2006) 175–217.

Barreveld W.H. 1993. By-products of date packing and processing. *In: Date Palm Products*. FAO Agricultural Services Bulletin No. 101. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Barrios-Urdaneta A., Fondevila M., Castrillo C., 2003. Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. *Anim. Sci.* 76, 309–317.

Belibasakis N.G. 1982. *The olive cake in the feeding of lactating cows. Annual scientific report.* Thessaloniki, Greece: *Veterinary School*, 157-275.

Ben-Ghedalia D., Yosef E., Miron J., Est Y. 1989. The effects of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 24, 289–298.

Ben Hamouda M.R. 1975. Essai de remplacement de l'orge par des grignons d'olives chez les agneaux en croissance-finition. Mémoire de 3ème cycle - INAT - juin 1975. Tunisie.

Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira L., Attia. H. 2004. Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera L.*): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food Chemistry*, 112: 406-411.

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

Blache D., Maloney S.K., Revell D.K. 2007. Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. *Anim. Feed Sci. Technol.*

Blaxter K.L., Wainman F.W., Wilson R.S. 1961. The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.* 3:51.

Bogdanovic B., Hodge R.W. 1978. *Proc. Aust. Soc, Anim. Prod.* 12:179.

Bostedt H., Dedié K. 1996 Schaf- und iegenkrankheiten, *Verlag Eugen Ulmer*, Stuttgart, 1996, 150-155.

Boudechiche L., Araba A., Tahar A., Ouzrout R. 2009. Etude de la composition chimique des noyaux de dates en vue d'une incorporation en alimentation animale. In: *Livest. Res. Rural Develop.*, 21. p. 1-10.

Bouguedoura N., Ibrahim A., Ould Mohamed A., Saker M., Trifi M. 2008. A paper presented at NEPAD Biotechnology Workshop "Challenges for North Africa and Promises for a Regional Integrated Program", Ezzahra, Tunisia, in collaboration with the Tunisian Society of Microbiology, pp: 22-25. Cox, M.L., 1993. *Red palm weevil*, *Rhynchophorus ferrugineus* in Egypt, *FAO Plant Protection Bulletin*, 41(1): 30-31.

Boza J., Varela G. 1960. Experiencia de digestibilidad con cerdos retintos de tipo ibérico. *Ars. Pharm.*, 1,no. 3: 181-195 -1960.

Caldeira R.M., Belo A.T., Santos C.C. 2007. The effect of long-term feed restriction and over-nutrition on body condition score, blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rum. Res.*, v.68, p.242-255.

Cantarelli C., Montedero G. 1974. Extraction des antioxydants naturels des olives. Etude expérimentale. *Natiirliche und synthetische zusatzstoffe in der Nahrung der Menschen C.I.I.A. Symposia*. Darmstadt, pp. 84.

Carro M.D., Miller E.L. 1999. Effect of supplementing a fibre basal diet with different nitrogen forms on ruminal fermentation and microbial growth in an in vitro semi-continuous culture system (Rusitec). In: *Br. J. Nutr.*, 82. p. 149-157.

Castro T., Manso T., Mantecón A.R. Carro M.D. 2002. Effect of either once or twice daily concentrate supplementation of wheat straw on voluntary intake and digestion in sheep. In: *Anim. Feed Sci. Technol.*, 46. P. 43-50.

Chaabane K., Bergaoui R., Hammouda M.B., 1997. Use of different olive oil cakes in young rabbit feeding. *World Rabbit Science*, 5 (1): 17-21.

Chenost M. 1989. Intérêt comparé du traitement à complémentation appropriée de pailles de blé (niveau et nature des compléments de deux ans en croissance hivernale modérée. *Ann. Zootech* 3. 8 : 29-47.

Chenost M. 1991. Utilisation digestive des pailles. In: Tisserand J.-L. (ed.), Alibés X. (ed.). *Fourrages et sous-produits méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 1991. p. 67-72 (*Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 16*).

Chenost M., Kayouli C. 1997. Roughage Utilization in Warm Climates. *FAO Animal and Health Paper 135*. Rome.

Chermiti A., Nefzaoui A., Teller E., Vanbelle M. 1992. Optimisation du traitement des pailles de céréales à l'ammoniac et à l'urée. 1. Evaluation de l'efficacité de traitement à partir des pertes de produits volatils. *Revue de l'Agriculture* 44(5) : 973-982.

Chermiti A., Nefzaoui A. 1992. Intérêt comparé du traitement et de la complémentation de la paille d'orge : Ingestion volontaire et performances d'agneaux barbarins. *Annales de l'INRAT* (sous presse).

Chikunya S., Demirel G., Enser M., Wood J.D., Wilkinson R.G., Sinclair L.A. 2004 Biohydrogenation of dietary *n*-3 PUFA and stability of ingested vitamin E in the rumen, and their effects on microbial activity in sheep. *Br J Nutr*. 91. 539–550.

Chilliard Y., Doreau M., Gagliostro G., El Meddah Y. 1993. *INRA Prod. Anim.* 6 (2) 139-150.

Cocimano M.R., Leng R.A. 1967. Urea metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 21, 353.

Coughlan M.P., Amaral Collaco M.T. 1990. Ed., "Advances in Biological Treatment of Lignocellulosic Material". *Elsevier Science Publishers L.T.D.*, 358 pp.

Crawshaw R. 2004. Co-product feeds: Animal feeds from the food and drinks industries. *Nottingham University Press*.

Cummins, K.A., Brunner C.J. 1989. Dietary ascorbic acid and immune response in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 72:129-134.

Deaville E.R., Moss A.R., Givens D.I., 1994. The nutritive value and chemical composition of energy-rich by-products for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49, 261–276.

Delgado Pertinez M., Chesson A., Provan G.J., Garrido A., Gomez-Cabrera A., Effect of different drying systems for the conservation of olive leaves on their nutritive value for ruminants. *Annales De Zootechnie* 1998; 47:141-150.

Delteil L. 2004. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 1. *Educagri*. 3<sup>ème</sup> édition.

Demarquilly C., Andrieu J. 1987. Prevision de la valeur alimentaire des fourrages secs au laboratoire. In: C. Demarquilly , *Les fourrages secs: recolte, traitement, utilisation* (p. 243-275). Paris, FRA : INRA.

Demeyer D. I., Henderson C ., Prins R.A. 1978. Relative significance of exogenous and de novo synthesized fatty acids in the formation of rumen bacteria lipids in vitro. *Appl. Environ. Microbiol.* 35:24.

Demeyer D.I. 1991. Quantitative aspects of microbial metabolism in the rumen and hindgut. *In: Jouany, J.P. (Ed.), Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion*. INRA Editions, Paris, France. p. 217-237.

Dove H., Milne, J.A. 1994. *Aust. J. Agric. Res.* 45: (in press).

Dulphy JP., Breton J., Louyot JM., Bienalme A. 1983. Etude de la valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude. III. Influence du niveau d'apport d'aliment concentré. *Anni. Zootech.*, 32, (1). 55-81.

Dumonteil L. 1992. Technologie de la fabrication des aliments du bétail : *The Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulation*. legislation.gov.uk

Dowson V.H.W. 1962. Dates-Handling, Processing and Packing. FAO Agricultural Development Paper No. 72, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.

Drogoul C., Gadoud R., Joseph M.M, Jussiau R., Lisberney M.J, Mamegeol B., Montméas L., Tarrit A. 2004 : Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, éd. Educagri, tome 1, 269 p.

Doyle PT., Devendra C et Pearce G.R. 1986. *Ed. "Rice straw as feed for ruminants"* IDP Canberra, PP 23-49.

Ecocrop, 2011. *Ecocrop database*. FAO

Egan A.R, Kellaway R.C. 1971. Evaluation of nitrogen metabolites as indices of nitrogen utilization in sheep given frozen and dry mature herbage. *Br J Nutr.* Nov; 26(3):335-51.

El-Juhany L.I. 2010. Degradation of Date Palm Trees and Date Production in Arab Countries: Causes and Potential Rehabilitation. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8): 3998-4010, 2010.

El-Shazly K., Ibrahim E.A., Karam H.A. 1963. Nutritional value of date seeds for sheep. *In: J. Anim. Sci.*, 22. p. 894-897.

Estanove P. 1990. Note technique : Valorisation de la datte. *Options Méditerranéennes*, Sér. A n° 1 I, 1990 - *Les systèmes agricoles oasiens*.

FAO. 1982.

FAOSTAT. 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome., 2009, Italy.

FAOSTAT. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome., 2010, Italy.

FAOSTAT. 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome., 2011, Italy.

Farhan S.M.A., Jumah H.T. 1969. The use of date byproducts for fattening calves. *Iraqi J. Agric. Sci.*, 4: 7

Fegeros K., Zervas G., Stamouli S., Apostolaki E. 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.* 78: 1116-1121.

Fondevila M., Castrillo C., Guada J.A., Balcells J. 1994. Effect of ammonia treatment and carbohydrate supplementation of barley straw on rumen liquid characteristics and substrate degradation by sheep. *In: Anim. Feed Sci. Technol.*, 50. p. 137-155.

Fuller M. F., 2004. The encyclopedia of farm animal nutrition. *CABI Publishing Series*, 606 pp.

García-Martínez R., Ranilla M.J., Tejido M.L., Carro M.D. 2005. Effects of disodium fumarate on *in vitro* rumen microbial growth, methane production and fermentation of diets differing in their forage:concentrate ratio. *In: Br. J. Nutr.*, 94. p. 71-77.

Genin D. ; Kadri A. ; Khorchani T. ; Sakkal K. ; Belgacem F. ; Hamadi M., 2004. Valorisation of date-palm by-products (DPBP) for livestock feeding in Southern Tunisia. I-Potentialities and traditional utilisation. In: Ben Salem, H., Nefzaoui A., Morand-Fehr, P. (eds). Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates (Stratégies de nutrition et d'alimentation des ovins et caprins en climats rigoureux), Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2004: 227-232.

Gerson T., John A., King A.S. 1985. The effects of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 105:27–30.

Goering M.K., Van Soest P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook, n° 379. *Agricultural Research Services, USDA. Washington DC, USA.*

Göhl B. 1978. Citrus by-products for animal feed. *In: Ruminant nutrition: selected articles from the World Animal Review, FAO, 1978.*

Göhl B.O. 1981. *FAO Animal Production and Health. Series No 12.*

Göhl B.O. 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. *FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy.*

Gouet P., Fatianoff N., Zelter S.Z., Durand M., Chevalier R. 1965. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 5. 79-100.

Gupta A.R., Putra R.C., Saini M., Swarup D. 2007. Haematology and serum Biochemistry of Chital (*Axis axis*) and barking deer (*Muntiacus muntjak*) reared in semi-captivity. *Vet. Res. Commun.* 31:801-808.

Habib H.M., Ibrahim W.H. 2009. Nutritional quality evaluation of eighteen date pit varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, August 2009; 60(S1): 99-111.

Hadjipanayiotou M., Louca A. 1976. A note on the value of dried citrus pulp and grape marc as barley replacement in calf fattening diets. *Anim. Prod.* 23: 129-132.

Hadjipanayiotou M. 1994. Laboratory evaluation of ensiled olive cake, tomato pulp and poultry litter. *Liv. Res. Rural Dev.*, 6(2): 9.

Hadjipanayiotou M. 1996. Urea blocks without molasses made of a variety of by-products and binders. *Liv. Res. Rural Dev.*, 8: 30-36.

Hadjipanayiotou M. 1999. The ensiling technique: A simple, safe and low cost on farm tool for storing and feeding of crude olive cake. *Olivae* (in press).

Hadjipanayiotou M. 2000. The use of crude olive cake silage as small ruminant feed in Cyprus: A review. In : Ledin I. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). *Sheep and goat nutrition: Intake, digestion, quality of products and rangelands*. Zaragoza: CIHEAM 2000. p. 51-54. Cahiers Options Méditerranéennes; n. 52. 8. Seminar of the Sub-Network on Nutrition of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Sheep and Goats, 1998/09/03-05, Grignon (France).

Hamada J.S., Hashim I.B., Sharif F.A. 2002. Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food Chemistry*. 76 (2002) 135–137.

Harfoot C.G., Hazlewood G.P. 1997. Lipid metabolism in the rumen. Pages 382–426 in *The Rumen Microbial Ecosystem*. P. N.Hobson and C. S. Stewart, ed. Chapman and Hall, London, UK.

Harris B.W., Olyaiwole M.B, Sklare S.D, Bachman K.C. 1982. Citrus feedstuffs for dairy cattle. *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.* 829.

Healy P.J. 1954. Values of some biochemical constituents in the serum of clinically normal sheep. *Aust. Vet. J.* 50 302-305.

Hespell R.B. Bryant M.P. 1979. Efficiency of rumen microbial growth: Influence of some theoretical and experimental factors on YATP. *J. Anim. Sci.*, 49: 1640-1659.

Heuzé V., Tran G., Gomez Cabrera A. 2011. Olive oil cake and by-products. *Feedipedia.org*. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO.

Hoover W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 69:2755–2766.

Ikwuegbu O.A., Sutton J.D. 1982. The effect of the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism. *in sheep. British Journal Nutrition.* 48:365-375.

INRA. 1978. Alimentation des ruminants. Versailles : *INRA*, pp. 519-555.

INRA 1988: Alimentation des bovins, ovins et caprins. Versailles: *INRA*, pp. 356-443.

INRAA 2006 Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Institut national de la recherche agronomique d'Algérie.

Jarrige R. 1980. Alimentation des ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique.

Jenkins T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76:3851–3863.

Jones J.M., Hall, R.A., Neal E.M. Jones J.H. 1942. "Dried Citrus Pulp in Beef Cattle Fattening Rations". *Tex. Agri. Exp. Sta. Bull.* 615.

Kader A.A., Hussein A.M., 2009. Harvesting and Post-harvest handling of dates, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Kale P.N., Adsule P.G., 1995. Citrus. *In: Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. (Eds.), Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage, and Processing.* Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA, pp. 39–65.

Kammel D.W. 1991. Physical characteristics of alternative feeds (as stored, handled and fed). *In: Proceedings of the Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle Symposium*, St. Louis, MO, USA, pp. 111–116.

Kaneko J.J., Cornelius C.E. 1970. Clinical biochemistry of domestic animals. New York-London: *Academic Press*: 395 P.

Kesterson J.W. Braddock R.J.M. 1976. "By-products and Speciality Products of Florida Citrus". *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.* 784.

Kirk W.G., Rogers M. 1970. "Citrus Products in Cattle Finishing Rations". *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.* 739.

Kossila V. 1988. The availability of crop residues in developing countries in relation to livestock populations. *In: Reed J D, Capper B S and Neate P J H (eds), Plant breeding and the nutritive value of crop residues.* Proceedings of a workshop held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 7-10 December 1987. ILCA (International Livestock Centre for Africa), Addis Ababa, Ethiopia. pp. 29-39.

Kucuk O., Hess B.W., Ludden P.A., Rule D.C. 2001. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *J. Anim. Sci.* 79:2233–2240.

Lane A.C., Campell J.R., Kpousse G.F. 1968. Blood mineral composition in ruminants. *J. Anim. Sci.* 1968. 27: 766.

Lanza A. 1982. Dried citrus pulp in animal feeding. *In: Proceedings of the international symposium on food industries and the environment*, Budapest, Hungary, pp. 189-198.

Lanza A. 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. *In: Hollo, J. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment.* Budapest, Hungary. Elsevier Publishers, New York, NY, USA, pp. 189–198.

Lanza M., Priolo A., Biondi L., Bella M., Ben Salem. H. 2001. Replacement of cereal grains by orange pulp and carob pulp in faba bean-based diets fed to lambs: effects on growth performance and meat quality. *Anim. Res.* 50: 21-30.

M.A.D.R (Ministère de l'Agriculture et du Développement rural). 2003. Atlas sur les réalisations d'aménagement et d'amélioration des terrains de parcours. Alger, Algérie.

Madrid J., Hernandez F., Pulgar M.A., Cid J.M., 1996. Dried lemon as energetic supplement of diet based on urea-treated barley straw: effects on intake and digestibility in goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63, 89–98.

Madrid J., Hernandez F., Pulgar M.A., Cid J.M., 1997. Urea and citrus by-product supplementation of strawbased diets for goats: effect on barley straw digestibility. *Small Rumin. Res.* 24, 149–155.

Madrid J., Hernandez, F., Pulgar M.A., Cid J.M., 1998. Effects of citrus by-product supplementation on the intake and digestibility of urea + sodium hydroxide-treated barley straw in goats. *Small Rumin. Res.* 28, 241–248.

Madrid J., Hernandez F., Megias, M.D., 1999. Comparison of *in vitro* techniques for predicting digestibility of mixed cereal straw and citrus by-product diets in goats. *J. Sci. Food Agric.* 79, 567–572.

Martinez-Pascual J., Fernandez-Carmona J. 1980. Composition of citrus pulp. *Anim. Feed Sci. Technol.* 5, 1–10.

Martinez-Pascual J., Fernandez-Carmona J., 1980b. Citrus pulp in diets for fattening lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 5, 11–22.

Martínez M.E., Ranilla M.J., Tejido M.L., Saro C. and Carro M.D. 2010. The effect of the diet fed to donor sheep on in vitro methane production and ruminal fermentation of diets of variable composition. *In: Anim. Feed Sci. Technol.*, 158. p. 126–135.

McCullough M.E., Sisk L.R. 1972. Crude fiber, form of ration, type of silage and digestibility of optimum rations. *J. Dairy Sci.* 55, 484–488.

Mc Dowell L.R. 2000. Vitamins in animal and human nutrition. 2<sup>nd</sup> edition. Iowa State University Press / Ames.

McNamara J.P., Hillers J.K. 1986. Adaptations in lipid metabolism of bovine adipose tissue in lactogenesis and lactation. *Journal of Lipid Research Volume* 27, 1986.

McNamara D. J., Montano C., Fernandez M. L., Abdel-Fattah. G. 1995 Dietary *trans*-fatty acids  $\pm$  cholesterol and lipoprotein metabolism in the guinea pig. *FASEB J.* 9: A765 (abs.).

Megias M.D., Martinez-Teruel A., Gallego J.A., Nunez J.M., 1993. Chemical changes during the ensiling of orange peel. *Anim. Feed Sci. Technol.* 43, 269–274.

Migwi P.K., Gallagher J.R., Van Barneveld R.J., 2001. The nutritive value of citrus pulp ensiled with wheat straw and poultry litter for sheep. *Aust. J. Exp. Agric.* 41, 1143–1148.

McDowell L.R. 2000 Overview of Vitamin Nutrition of Livestock from Vitamin Discovery to today. Aperçu de la nutrition vitaminique des animaux d'élevage Department of Animal Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida. 32611, USA.

McDowell L.R. 2003. Minerals in animals and human nutrition. *2nd ed.* 144 p. Elsevier Science BV Amsterdam, Netherlands.

McDowell L. R. 2004. Re-evaluation of the essentiality of the vitamins. Pages 37-67. *In California Animal Nutrition Conference, Fresno, Ca.*

Mehrez A.Z., Orskov E.R., McDonald I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *In: Br. J. Nutr.*, 38. p. 437-443.

Miron J., Yosef E., Ben-Ghedalia D. 2001. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected by-product feeds. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2322-2326.

Molina E., Aguilera J.F. 1991. Utilisation des sous-produits de l'olivier dans l'alimentation des ovins. *Options Méditerran. Sér. Sémin.*, 16, 163-166.

Molina Alcaide E., Yañez Ruiz D. R. 2008. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: *A review. Anim. Feed Sci. Technol.*, 147: 247-264.

Moore-Colyer M J S, Hyslop J J, Longland A C, Cuddeford D 2000 Intra-caecal fermentation parameters in ponies fed botanically diverse fibre-based diets. *Anim. Feed Sci. Tech.* 84:183–197.

Morrison I.M. 1983. The effect of physical and chemical treatments on the degradation of wheat and barley straws by rumen liquor-pepsin and pepsin-cellulase systems. *J. Sci. Food Technol.* 34, 1323-1329.

Mossa J.S., Hifnawy M.S., Mekkawi A.G. 1986. Phytochemical and biological investigation on date seeds (*Phoenix dactylifera L.*) produced in Saudi Arabia. *Arabian Gulf Journal of Scientific Research*, 4, 495.

Mossé J. 1968. *In progrès en chimie agricole et alimentaire*, 47-81. Ed. J. Lavollay. Hermann Paris.

Munier P. 1973. Le Palmier Dattier. *G-P Maisonneuve et Larose, Paris. ISBN 2-7068-0563-3.*

Myrée B. 2000. Straw's new horizons. <http://www.conox.com/literature/ppa-oct.pdf>.

Nagaraja T.G., Newbold C.J., Ven Nevel C.J., Demeyer D.I. 1997. Manipulation of ruminal fermentation. Pages 523–632 in *The Rumen Microbial Ecosystem*, P. N. Hubson and C. S. Stewart, ed. *Blackie Acad. and Prof.*, an imprint of Chapman and Hall, London, UK.

Nefzaoui A., 1979. La pulpe d'olive : Principaux acquis et voies de recherches. *Note. Tunis: Institut National Agronomique de Tunis.*

Nefzaoui A. 1983 Division de la Production et de la Santé Animale. *FAO, Rome.*

Nefzaoui A., 1991. Valeur nutritive des ensilages combinés de fientes de volailles et de grignons d'olives. II. Quantités ingérées, digestibilité, rétention azotée et transit des particules chez les ovins. *Ann. Zootech.*, 40, 113-123.

Nefzaoui A., Marchand S., Vanbelle M., 1982. Valorisation de la pulpe d'olive dans l'alimentation des ruminants. *In : International colloquium tropical animal production for the benefit of man, december 1982, Antwerp, Belgium*, 309-314.

Nefzaoui A., Mnaouer Z., 1987. Les sous-produits de l'olivier. Sfax, Tunisie: *Institut de l'Olivier*, 136.

NRC. 2005. Mineral Tolerance of Animals (2<sup>nd</sup> revised edition). National Research Council. *National Academy Press. Washington Press DC.*

NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. *National Research Council. National Academy Press. Washington Press DC.*

Nyarko-Badohu D.K., Kayouli C., Ba A.A., Gasmi A., 1993. Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie. *Livestock Res. Rural.Dev.*, 5(1).

O'Donovan P.B., 1983. Olive residues for ruminants. I. Levels in the concentrate for cattle. *Technical Paper. Tripoli: FAO/UTFN/LIB/006 Project.*

O'Mara F.P., Coyle J.E., Drennan M.J., Young P., Caffrey P.J., 1999. A comparison of digestibility of some concentrate feed ingredients in cattle and sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 81, 167–174.

Ørskov E.R., McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92: 499-503.

Palmquist D.L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *J. Nutr.* 124:1377S-1382S.

Palmquist D.L., Jenkins T.C. 2003. Challenges with fats and fatty acid methods. *J. Animal, Sci.* Dec. 81.12: 3250-4.

Pinzon F.J., Wing J.M., 1976. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. *J. Dairy Sci.* 59, 1100–1103.

Rahman M.S., Kasapis S., Al Kharuzi N.S.Z., Al Marhubi I.M., Khan A.J. 2007. Composition, characterisation and thermal transition of date pits powder. *Journal of food engineering*, 80. 1-10.

Ralphs M.H., Provenza F.D., Wiedmeier R.D., Bunderson F.B., 1995. Effects of energy source and food flavor Dumonteil on conditioned preferences in sheep. *J. Anim. Sci.* 73, 1651–1657.

Reid C.S.W., Lyttleton J.W., Mangan J.L. 1962. *N.Z.J. agric.Res.*, 4. 237.

Rejeb Gharbi F., Lahsoumi R., Gouhis F., Rached Z. 2007. Rentabilité économique de l'élevage laitier en Tunisie : cas des gouvernorats de l'Ariana et de Mahdia. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 11(3), 211-223.

Richter K., Becker. 1956. Composition and nutritive value of dates in studies on ruminants and pigs. *German, English summary*. 11: 289-304.

Rihani N., Guessous F., Johnson WL. 1986. Nutritive value of dried citrus and beet pulps produced in Morocco (Abst). *J. Anim. Sci.* 63. Suppl.1: 428.

Rihani N., Guessous, F et Berrami, A. 1988. Communication présentée aux 18<sup>e</sup> Journées de l'ANPA en Mars 1988. "*Petits Ruminants*" (SR-CRSP).

Rihani N., Garrett W.N., Zinn R.A. 1993. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. *J. Anim. Sci.* 71, 1657–1665.

Rokbani N., Nefzaoui A. 1993. Traitement des pailles à l'ammoniac et à l'urée. Effets du traitement et du hachage sur les performances de croissance des agneaux. *Annales de l'INRAT* 66(1'2:) 201 -216.

Rowghani, E., Zamiri M.J. 2007. Effects of additives on chemical composition, degradability coefficients and ruminal intestinal disappearance of dry matter and crude protein of laboratory ensiled olive cake. *Iranian J. Vet. Res.*, University of Shiraz, 8 (1)

Sansoucy R. 1984. Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin méditerranéen. Valorisation des sous produits de l'olivier. Réunion du groupe de travail organisée par le projet régional d'amélioration de la production oléicole. *Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture*. Madrid, Espagne, 1988, 66.

Sansoucy R., Alibes X., Berge P.H., Martilotti F., Nefzaoui A., Zoïopoulos P. 1985. Utilization des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin méditerranéen. *Étude FAO production et santé animale*. 43.

Sansoucy R. 1986. The Sahel. Manufacture of molasses-urea blocks. *Wld. Anim. Rev.*, 57: 40-48.

Sansoucy R. 1987. Olive by-products for animal feed. Review. *FAO Animal Production and Health*, No. 43. FAO, Rome.

Sauvant D. 2005. Principes généraux de l'alimentation animale. *Institut National Agronomique*. Paris-Grignon. Département des Sciences animales.

Sawaya W.N., Khtchadourian H.A., Khalil J.K., Safi W.M., Al-Shalat A., 1982. Growth and Compositional Changes during the Various Developmental Stages of Some Saudi Arabian Date Cultivars. *Journal of Food Science*, 47: 1489-1497.

Sawaya W.N., Khalil J.K., Safi W.J. 1984. Chemical composition and nutritional quality of date seeds. *Journal of Food Science*, 49 (2). Also in: SAWAYA, W.N. (ed.), *Dates of Saudi Arabia, Ministry of Agriculture and Water*, Riyadh, Saudi Arabia, 1986.

Scerra V., Galvano F., De Angelis A., Galofaro V., Galvano M., 1994. Research on nutritive value of Sicilian fodders and by-products. 7. *In vivo* digestibility and estimation of the energy value of dried orange pulp. *World Rev. Anim. Prod.* 29, 73–78.

Schaibly G.E., Wing J.M., 1974. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. *J. Anim. Sci.* 38, 697–701.

Schalch F.J., Schalch E., Zanetti M.A., Brisola M.L. 2001. Substitution of the corn grain ground by citric pulp in the early weaning of dairy calves. *Rev. Bras. Zootec.* 30, 280–285.

Sinclair W.B., 1984. The Biochemistry and Physiology of the Lemon and Other Citrus Fruits. *Division of Agriculture and Natural Resources*, University of California, Oakland, CA, USA.

Sipos P., Nábrádi, A. and Györi, Z. 2010. Examination of chemical composition and calorific value of cereal straw. *In: Acta Agron. Hung.* 58. p. 97-101.

Soltner. 2008. Alimentation des animaux domestiques Tome.1 Les principes de l'alimentation pour toutes les espèces.

Silva A.T., Orskov E.R. 1985. Effect of Unmolassed Sugar-Beet Pulp on the Rate of Straw Degradation. *In the Rumens of Sheep given Barley Straw Proceedings of the Nutrition Society.* 44 (1): A50-A50.

Silva A.T., Greenhalgh J.F.D., Orskov E.R. 1989. Influence of Ammonia Treatment and Supplementation on the Intake, Digestibility and Weight-Gain of Sheep and cattle on Barley Straw Diets. *Animal Production.* 48: 99-108 Part .1.

Silva A.G., Wanderley R.C., Pedroso A.F., Ashbell G., 1997. Ruminant digestion kinetics of citrus peel. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68, 247–257.

Sinclair W.B. 1984. The Biochemistry and Physiology of the Lemon and Other Citrus Fruits. *Division of Agriculture and Natural Resources*, University of California, Oakland, CA, USA.

Solomon R., Chase L.E., Ben-Ghedalia D., Bauman D.E., 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 1322–1329.

Stewart C.S. 1977. Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *In: Appl. Environ. Microbiol.*, 33. p. 497-502.

Strobel H.J., Russell, J.B., 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 69, 2941–2947.

Sunvold G.D., Hussein H.S., Fahey Jr., G.C., Merchen N.R., Reinhart, G.A., 1995. *In vitro* fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 3639–3648.

Sutton J.D., Bines J.A., Morant S.V., Napper D.J., Givens D.I., 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. *J. Agric. Sci., Camb.* 109, 375–386.

Touzi A., 2007. Algerian experience in preserving fragile ecosystems from desertification, a paper presented at “Fifteenth OSCE Economic and Environmental Forum - Part 2: “Key challenges to ensure environmental security and sustainable development in the OSCE area: Land degradation, soil contamination and water management” Prague, 21 - 23 May 2007. Session IV: Challenges to the management of water resources and to countering desertification in the Mediterranean region, Organization for Security and Cooperation in Europe Secretariat.

Trevaskis L.M., Fulkerson W.J., Gooden J.M., 2001. Provision of certain carbohydrate-based supplements to pasture-fed sheep, as well as time of harvesting of the pasture, influences pH, ammonia concentration and microbial protein synthesis in the rumen. *Aust. J. Exp. Agric.* 41 (1), 21-27.

Underwood E. J., Suttle. N.F. 1999. *In: The Mineral Nutrition of Livestock 3rd Ed.*

USDA-FAS. 2010. Citrus: World Markets and Trade. July 2010 *Citrus Update*. Foreign Agriculture Service – USDA.

Vadiveloo J. 1992. Varietal differences in the chemical composition and *in vitro* digestibility of rice straw. *J. Agric. Sci.*, 119: 27-33.

Vandepopulière J.M., Y. Al-Yousef, & J.M. Lyons, 1995. Dates and date pits as ingredients in broiler starting and Coturnix quail breeder diets. *Poultry Science*, 74(7): 1134-1142.

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *In: J. Dairy Sci.*, 74. p. 3583-3597.

Volanis M., Zoipopoulos P., Tzerakis K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin. Res.* 53, 15–21.

Walker S. S. 1917. The utilization of cull citrus fruits in Florida. *Florida Agric. Exp. Sta. Bull.* 135. Univ. of Florida, Gainesville.

Welch J.G., Smith A.M. 1971. Effect of beet pulp and citrus pulp on rumination activity. *J. Anim. Sci.* 33, 472–475.

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.

Wing J.M., Van Horn H.H., Sklare S.D., Harris Jr.B. 1988. Effects of citrus molasses, distillers solubles and molasses on rumen parameters and lactation. *J. Dairy Sci.* 71, 414–420.

Winrock. 1992. Assessment of animal agriculture in sub-Saharan Africa. *Little Rock, USA, Winrock International.*

Woods V.B., O'Mara F.P., Moloney A.P. 2003. *Animal Feed Science and Technology.* 20 September 2002 (Vol. Issue 1, Pages 15-30).

Wright T., Lackey R. 2008. Factsheet Order No. 08-039 AGDEX 400/50 July. 2008: Definitions of Feed Manufacturing and Livestock Nutrition Terms. *Food and Rural Affairs -Ministry of Agriculture, Ontario.*

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.

Vijchulata P., Henry P.R., Ammerman C.B., Potte S.G., Palmer A.Z., Becker H.N. 1980. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin on performance and tissue mineral composition in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 50, 1022–1030.

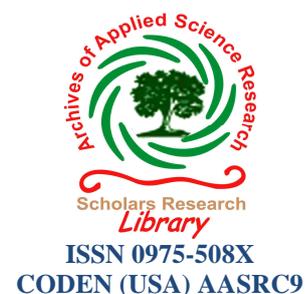
Zaid A., Arias-Jimenez E. J. 2002. Date palm cultivation. *FAO Plant production and protection paper.* 156, Rev. 1. FAO, Rome.

Zelter S.Z., Leroy F., Tissier J.P. 1970. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 10. 111-122.



Scholars Research Library

Archives of Applied Science Research, 2013, 5 (3):164-166  
(<http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>)



## Effect of the incorporation of date pits in a diet composed of wheat straw and concentrate on daily gain weight of local sheep (Ouled Djellal)

Lakhdara N.<sup>1,2</sup>, Bererhi H<sup>1,2</sup>, Dib A. L.<sup>1,2</sup> and Bouaziz O.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Gestion de la Santé et Productions Animales. Institut des Sciences Vétérinaire.  
Université Mentouri Constantine, Algérie

<sup>2</sup>Institut des Sciences Vétérinaire - Université Mentouri Constantine, Algérie

### ABSTRACT

The aim of this study is to determinate the effect of incorporation of date pits on diets composed of wheat straw and concentrate on the daily gain weight of yearlings lambs. Twelve (12) yearling males of Ouled Djellal breeds, 12 months age, were randomly distributed in tow groups; each one was composed of six animals. The 1<sup>st</sup> group (G1) received a diet composed of wheat straw and concentrates (60:40) whereas the 2<sup>nd</sup> group (G2) received a diet formed of a mixture of wheat straw and date pits (80:20) as forage in addition to concentrate constituting 40% of the diet. The diet based on straw +concentrates covered maintenance needs of sheep in addition to total daily gain weight equal to 62.7±0.02 g/day. The animals which have ingested date pits showed an increase of the weight each week with a total daily gain weight of 133.6±0.02 g/day. Date pits had a very significant effect on the daily gain weight of lambs ( $P<0.001$ ). From these results, we can deduce that the distribution of date pits to sheep would not only ensure animals maintaining needs during the low seasons (winter-summer) but also can increase weight of animals.

**Key words:** Concentrate, date pits, sheep, straw, weight.

### INTRODUCTION

Sheep feeding in Algeria is based on cereal culture products with a production of more than 40millions tones per year [1].

Other local products as by-products of the agro industry (olive cakes, citrus pulp, pits and wasted date) could be an alternative to ensure animal's requirements in the dry season. Date has always been, since the immemorial times, an important element of feeding for humans and animal in all parts of the South and East Mediterranean Sea [2]. In 2006, Algeria ranked in the top 10 of the date producers worldwide [3]. Harry (1936)[4] reported that date pits have been used for cattle feeding. Furthermore, Alwash and De Peters [5], 1982; Gohl, 1981[6] reported that ground date pits can be apart of ruminant ration if a good protein supplement is provided [7]. The use of date residues may constitute a good alternative to other cereal products as they contain carbohydrates and minerals. In addition they present a high digestibility coefficient except for proteins. The aim of this study is to compare the effect of the incorporation of date pits in a ration based on forage (wheat straw) and concentrate at a ratio of 60 to 40 straw: concentrate.

### MATERIALS AND METHODS

Three feeds (wheat straw, date pits and concentrate) were used to formulate two diets at a ratio, roughage to concentrate of: 60:40 with either wheat straw or 80:20 a mixture of wheat straw and date pits as forage, and were designated as G1, and G2. The concentrate is composed from barley, maize, wheat bran, soybean, NaCl and a

mixture of minerals and vitamins at the following proportions 270, 270, 270, 180, 1.7 and 1 g/kg de DM, respectively.

Weights were taken every week to evaluate the variation of the weight and daily gain weight along the experiment.

## RESULTS AND DISCUSSION

**Table 1. Diet composition**

Ingredients	T1	T2
Wheat straw (60%)	1.5	1.5
Date pits (200g)	-	200g
Concentrate (40%)	1	1

**Table 2. Weights of the animals (kg) ingesting of diets containing 60WS or 60MIX with date pits**

Animaux	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>	7 <sup>th</sup>	8 <sup>th</sup>	
	W	W	W	W	W	W	W	W	
Diets <sup>2</sup>	1	47	47	46	46	46	47	48	50
	2	40	40	40	40	41	42	43.6	45.6
	3	39	38	39	40	41	42	43	44
	4	39	39	39	39	39	39	39	41
	5	45	47	47	46	45	46	47	49
	6	47	47	47	48	48.8	48	49	50
<b>Total</b>	<b>257</b>	<b>258</b>	<b>258</b>	<b>259</b>	<b>260.8</b>	<b>264</b>	<b>269.6</b>	<b>279.6</b>	
<b>Mean</b>	<b>42.8</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>43.1</b>	<b>43.46</b>	<b>44</b>	<b>44.93</b>	<b>46.6</b>	
G2	1	33	34	34	35	36	38	40	42
	1	0	0.125	0.142	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	2	35	35	36	37	38	39	40	41
	3	49	49	50	52	53.4	55	57	59
	4	42	43	44	45	46	48	49	51
	5	40	40	41	42	42.9	43.9	44.9	45.9
6	39	40	40	41	41.8	42.8	43.9	44.9	
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>241</b>	<b>245</b>	<b>251.9</b>	<b>258</b>	<b>265.6</b>	<b>274.5</b>	<b>286.1</b>	
<b>Mean</b>	<b>39.6</b>	<b>40.1</b>	<b>40.8</b>	<b>41.9</b>	<b>43</b>	<b>44.2</b>	<b>45.7</b>	<b>47.6</b>	

<sup>1</sup>W: week; <sup>2</sup>G1: 60:40 Wheat Straw: Concentrate; G2: 60:40: Concentrate.

The addition of date pits in the basic ration formed by wheat straw was accompanied with an increase of the average weight of animals (39.6kg initial average weight to 47.6kg at the end of the experiment). Whereas the group of animals fed a diet based on wheat straw and concentrate, shows an increase of weight equal to 3.8kg between the first and the last weight. With an initial average weight equal to 42.83kg against a final average weight equal to 46.6kg.

The same tendency was observed for the average daily gain weight (GMQ) with a net improvement of daily gain weight of diets containing date pits. The daily gain weight of the second group was between 71.4g and 240.4g/j.

Furthermore, the animals of the second group (G2), showed a total daily gain weight of 133.6g/d. Incorporated date pits had a significant effect on the daily gain weight of lambs. These results are comparable to those reported by several authors [8]; [9]; [10]; [11]; [12]. Whereas Dabbeb, 2005 [13] indicated that the incorporation of date seeds at a percentage of 10 and 20% of the ration did not show any increase of the growth rate in comparison with the control group.

**Table 3. Evolution of daily gain weight of yearlings**

Average Daily gain weight (g)	Group1	Group2	SEM <sup>1</sup>
DGW1	23*	71*	0.113
DGW2	0	83	0.072
DGW3	185*	145*	0.069
DGW4	375*	145*	0.072
DGW5	104.1	157.5	0.052
DGW6	166.7	187.5	0.086
DGW7	208.3	240.4	0.051
DGW total period	62.7*	133.6*	0.023

<sup>1</sup>W: week; <sup>2</sup>G1: 60:40 Wheat Straw: Concentrate; G2: 60:40: Concentrate, Mean values within a row differ ( $P < 0.05$ ).

Al Owaimer et al., 2011 [8] indicated that the contradictory results reported in previous works on date seeds might be due to the different proportions of the concentrate compounds in the ration, to the differences in ovine breeds used as well as to the different periods during which animals were submitted.

### CONCLUSION

In conclusion and from the obtained results, it appears that the incorporation of date seeds to a ration based on wheat straw and concentrate has a positive influence on the improvement of animals weight and consequently on their daily gain weight. It has to be noticed that date seeds constitute a good source of cellulose and therefore of energy. Nevertheless, due to the low content of nitrogenous matter in these by-products, it is necessary to complement the ration of proteins.

### REFERENCES

- [1] INRAA, **2006**, Institut national de la recherche agronomique d'Algérie.
- [2] P Estanove, **1990**, *Options Méditerranéennes*, Série. A
- [3] AA Kader; AM Hussein, 2009, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- [4] RG Harris, **1936**, *Analyst*, 61, 403.
- [5] AH ALWASH; EJ De Peters, **1982**, *World Review of Animal Production* 18 (3).
- [6] BO Gohl, **1981**, *FAO Animal Production and Health Series No 12*.
- [7] ANON, **1965**, *Handbuch der Futtermittel*.
- [8] AN Al-Owaimer; AM El-Waziry; M Koohmaraie and SM Zahran, **2011**, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 1154-1161.
- [9] GA El-Hag; Y.M. Al-Yousef and FN Al-Mulhim, **1993**, In: Proceedings on the III Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia. King Faisal Univ., *Al-Hassa, KSA*, pp, 343-350.
- [10] AN Al Ani; SA Hassan and RA Al-Jassim, **1991**, *Small Ruminant Res*, 6, 31-37.
- [11] N Rihani; F Guessous; A Berrami, **1988**, Communication présentée aux 18<sup>ème</sup> Journées de l'ANPA en Mars **1988**. "petits Ruminants" (SR-CRSP).
- [12] LM Al-Kinani and AH Al-Wash, **1975**, *Iraq J Agric Sci*, 10, 53-62.
- [13] SN Al-Dabeeb, **2005**, *Small Rum Res*, 57, 37-42.

## RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était d'analyser l'effet du remplacement partiel de la paille de blé (WS) par les noyaux de dattes (DP) dans des rations avec différents rapports fourrage:concentré (F:C). Sept aliments (PB, ND et du concentré commercial (CON)), pépins d'orange et de mandarine, des pulpes d'orange ou des grignons d'olive ont été utilisés comme ingrédients pour formuler les différentes rations.

La composition chimique des aliments a été déterminée. La MS, la MO, la MAT, les FDN, les FDA et la lignine ont été mesurés.

Les rations avaient des rapports de F:C, de F:PO, F:PM, F:PSO, F:GO de 100:0, 80:20 (80) ou 60:40 (60) avec soit PB ou 80:20 du mélange PB:ND (MIX) comme fourrage, et étaient désignés comme PB, PPO, PPM, PPSO, PGO, 80 PB, 80PPO, 80PPM, 80PPSO, 80PGO, 60 PB, 60PPO, 60PPM, 60PPSO, 60PGO, MIX, 80MIX, 80MIXPPO, 80MIXPPM, 80MIXPPSO, 80MIXPGO, et 60MIX, 60MIXPPO, 60MIXPPM, 60MIXPPSO, 60MIXPGO.

Des échantillons (500 mg) de chaque ration ont été incubés avec 50 ml de jus de rumen tamponné à 39°C. Le pH final, la production des acides gras volatiles (AGV), de gaz et de méthane, la concentration de NH<sub>3</sub>-N et la matière organique apparemment fermentée (MOAF) ont été déterminés après 24 h de fermentation. La teneur en NDF de PD et ND était de 71.1 et 86.5% (MS), mais la lignification de la NDF était plus importante pour les DP (26.7% of NDF) que pour PD (15.3% NDF). Par comparaison à PB, la fermentation ruminale du mélange a permis d'avoir des proportions plus élevées ( $P < 0.05$ ) en acide butyrique (11.7 vs. 14.0%) et plus faibles ( $P < 0.05$ ) en gaz (2768 vs. 2588  $\mu\text{mol}$ ) mais il n'y avait pas de différence ( $P > 0.05$ ) pour les autres paramètres de fermentation. Pour les deux fourrages (PB et MIX), l'augmentation de la proportion du CON dans la ration a augmenté ( $P < 0.05$ ) la production de gaz et les acides gras volatils totaux, ainsi que la proportion molaire du butyrate et la matière organique apparemment fermentée. Aucune différence ( $P > 0.05$ ) entre

les rations 80PB et 80MIX n'a été enregistrée au niveau des paramètres de fermentation. Par comparaison avec la ration 60PB, la fermentation de la ration 60MIX a généré une plus grande production des AGV totaux, cependant, aucune différence n'a été détectée pour le reste des paramètres mesurés. Le pH final, la production de méthane et les concentrations de NH<sub>3</sub>-N ont varié entre 6.91 and 7.00, 434 et 516 µmol, et 330 et 359 mg/L, respectivement, avec aucune différence (P=0.059 to 0.121) parmi les rations. Les résultats indiquent que WS peut être remplacé par DP à raison de 20% de la proportion du fourrage de la ration sans aucun effet négatif sur la fermentation ruminale. Par ailleurs, dans les rations 60:40 F:C, l'incorporation des DP a résulté en une plus grande production d'AGV. Si ces résultats sont confirmés *in vivo*, ils pourraient être d'un grand intérêt dans la pratique.

D'autre part, un essai a été effectué en vue de déterminer l'effet de l'incorporation des noyaux de dattes dans une ration à base de paille de blé ou mélangé avec des noyaux de dattes et de concentré, de pulpes d'agrumes ou des grignons d'olive sur le poids et le GMQ d'anténais.

Trente (30) anténais de la race Ouled Djellal âgés en moyenne de 12 mois ont été réparti au hasard en 5 lots de six animaux chacun. Trois lots recevaient une ration composée de paille et de concentré, de pulpes d'agrumes ou de grignons d'olive ou (60:40), les 2 autres lots recevaient une ration formée d'un mélange de paille et de noyaux de dattes (80:20) comme aliment grossier en addition au concentré ou à des pulpes d'agrumes et qui constituaient 40% de la ration.

La ration à base de paille et de concentré a permis la couverture des besoins d'entretien des ovins en plus d'un gain de poids égal à 125 g/jour. Les animaux ayant ingérés les grignons d'olive ont une perte brutale de leur poids au début de l'expérimentation, une stabilisation au milieu et une amélioration de leur poids en fin d'essai.

Par ailleurs, les animaux ayant ingérés des pulpes d'agrumes ont montré une augmentation du poids et du GMQ comparable au groupe d'antennais ayant ingéré du concentré comme complément..

Les animaux ayant ingérés des noyaux de dattes ont montré une augmentation de poids d'une semaine à l'autre avec un GMQ oscillant entre 125 à 250 g/jour.

D'après ces résultats, on peut déduire que la distribution des noyaux de dattes aux ovins peut non seulement couvrir les besoins d'entretien des animaux lors des périodes creuses (hiver, été), mais également peut augmenter le poids et élever le GMQ des animaux.

## ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of partial replacement of wheat straw (WS) by date pits (DP) in diets with different forage:concentrate (F:C) ratio. 7 feeds (WS, DP, orange seeds, mandarine seeds, orange pulp, olive stones and a commercial concentrate (CON)) were used to formulate several diets.

The diets had F:C, OS, MS, OP, OC, ratios of 100:0, 80:20 (80) or 60:40 (60) with either WS or a 80:20 WS:DP mixture (MIX) as forage, and were designated as WS (100% WS), 80WS, 60WS, MIX, 80MIX and 60MIX.

Samples (500 mg) of each diet were incubated with 50 ml of buffered rumen fluid at 39°C. Final pH, production of volatile fatty acids (VFA), total gas and methane, NH<sub>3</sub>-N concentration and organic matter apparently fermented (OMAF) were determined after 24 h.

The neutral detergent fibre (NDF) content of WS and DP was 71.1 and 86.5% (dry matter basis), but NDF lignification was greater for DP (26.7% of NDF) than for WS (15.3% of NDF). Compared with WS, the ruminal fermentations of the MIX diets resulted in greater ( $P<0.05$ ) butyrate proportions (11.7 vs. 14.0%) and lower ( $P<0.05$ ) gas production (2768 vs. 2588  $\mu\text{mol}$ ) but there were no differences ( $P>0.05$ ) in the rest of the fermentation parameters.

For both forages (WS and MIX), increasing the proportion of CON, OS or OM in the diet increased ( $P<0.05$ ) the production of gas and total VFA, the molar proportion of butyrate and the OMAF.

There were no differences ( $P>0.05$ ) between 80WS and 80MIX diets in any fermentation parameters. Compared with 60WS diet, the fermentation of 60MIX diet resulted in greater production of total VFA, but no differences were detected in the rest of the parameters measured. The final pH, methane production and NH<sub>3</sub>-N concentrations ranged between 6.91 and 7.00, 434 and

516  $\mu\text{mol}$ , and 330 and 359 mg/L, respectively, with no differences ( $P=0.059$  to  $0.121$ ) among diets.

The results indicate that WS can be replaced by DP at 20% of the forage portion of the diet without any detrimental effect on ruminal fermentation. Furthermore, in diets with 60:40 F:C ratio, incorporating DP resulted in greater VFA production.

If this result is confirmed in vivo, it would be of great interest in sheep practical feeding. In the other hand, the experiment was conducted to evaluate the effect of the incorporation of date seeds in a ration based on wheat straw or a mixture with date seeds and concentrate, orange pulp or olive stones on the weight and the daily grain weight.

Thirty (30) rams of Ouled Djellal breeds of 12 months were distributed randomly in 5 groups of six animals. Three groups received a diet composed of wheat straw, orange pulp or olive stones (60:40), the other groups received a diet composed of a mixture of wheat straw and date seeds (80:20) as a roughage in addition to concentrate or orange pulp at 40% of the diet.

The diet based on wheat straw and concentrate allowed to cover the maintenance needs of animals, in addition to a daily gain weight of 125 g/d.

Moreover, the animals fed olive stones lost drastically, the first weeks, stabilize in the middle and finally improve their weights at the end of the experiment.

Moreover, the animals fed orange pulps showed an increase of their weights and daily gain and were comparables to those fed concentrate as supplement.

Animals fed date seeds showed an increase of the weights with a daily gain weight between 125 to 250g/d.

From these results, we can deduce that the incorporation of date seeds could not only cover the maintenance needs of ovine during (winter, summer) but also increase the weights of daily gain weights of animals.

The orange pulp can be a substitute to concentrate if the pulps are distributed directly after juice extraction.

Olive stones can replace the concentrate for maintenance if the animals are well adapted to them.

## ملخص

الهدف من هذا البحث هو دراسة الاستبدال الجزئي لتبن القمح بنوى التمر في وجبات مع كميات مختلفة حشيش ' علف سبع أغذية تين ' نوى التمر علف ' بدر البرتقال ' لب البرتقال نوى الزيتون استعملوا لتركيب عدة وجبات .  
عينات 500 مغ لكل وجبة وضعوا في قارورات مع 50 ملل من عصير المعدة تحت درجة 39

إنتاج الأحماض الدهنية المتطايرة ' الغاز ' الميثان و المادة العضوية المختمرة ظاهرياً

حددوا بعد 24 ساعة . كمية الألياف في التبن كانت كبيرة لكن نسبة اللينين كانت أكبر في نوى التمر بالمقارنة مع التبن ' التخمر المعدي للخليط سمح بالحصول على نسب أكبر من حمض البتريك و المادة العضوية المختمرة لا يوجد اختلاف بين الوجبات التخمر مقارنة مع وجبة 60 تبن ' الوجبة 60 خليط نتج عنه كثير من الأحماض الدهنية لكن لا يوجد اختلاف في المعايير المسجلة .

النتائج بينت بأن استبدال التبن بنوى التمر بنسبة 20 % شكل أثر سلبي على التخمر من جهة بالنسبة للوجبات 60 - 40 حشيش علف .

إدماج نوى التمر نتج عنه إنتاج كمية كبيرة من الأحماض الدهنية المتطايرة ' إذا هاته النتائج تأكدت حيويًا .

نستطيع أن تكون لها أهمية كبيرة تطبيقياً . من جهة أخرى التجربة سيرت من اجل تحديد أثر ادخال نوى العلف في الوجبة المكونة من تبن القمح أو خليط نوى التمر و العلف و لب البرتقال على الوزن و الربح اليومي للحيوانات .