

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire
D'El Harrach-Alger

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

Magistère

En Sciences Vétérinaires

Option : Reproduction et nutrition des bovins

THEME

VALORISATION DES SOUS PRODUITS DU PALMIER DATTIER
EN VUE DE LEUR UTILISATION
EN ALIMENTATION BOVINE EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

Présenté par : Dr BERKANI ASMA

Devant le jury composé de :

GUEZLANE.L	Professeur ENSV Alger	Président
AMRANE.R	Maitre de conférences UMMTO	Promoteur
GHOZLANE.F	Maitre de conférences ENSA	Examineur
GAOUAS.Y	Maitre-assistante ENSV	Examinatrice
TENNAH.S	Maitre-assistante ENSV	Examinatrice

Année Universitaire : 2010/2011

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens avant tout, à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à Monsieur AMRANE.R, Maître de conférences à l'UMMTO de m'avoir proposé ce thème.

Ses compétences, sa rigueur scientifique m'ont été d'une grande aide.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur BERKANI.B, ingénieur d'état en agronomie et associé à l'université d'Oum Elbouaghi, de m'avoir aidé pour la réalisation de ce travail, ses conseils scientifiques m'ont été d'une grande utilité pour mener à terme cette thèse.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur GUEZLANE.L Directeur de l'ENSV d'EL-HARRACH pour l'honneur qui nous fait de présider ce jury.

Que Monsieur GHOZLANE.F, Maître de conférences à l'ENSA trouve ici l'expression de nos sincères remerciements pour l'honneur qu'il nous fait de siéger à notre jury.

Je prie Madame GAOUAS.Y, maître assistante chargée de cours à l'ENSV d'EL-HARRACH, qui nous fait l'honneur de faire partie du jury, de bien vouloir trouver ici l'assurance de ma respectueuse gratitude.

Je prie Madame TENNAH.S, maître assistante chargée de cours à l'ENSV d'EL-HARRACH, pour accepter de faire partie du ce jury.

Il m'est très agréable de remercier Madame BENALI. N d'avoir accueilli chaleureusement dans le laboratoire d'alimentation et de m'avoir mis à ma disposition les produits nécessaires.

Je remercie vivement Monsieur BERKANI.M Maitre de conférences à l'ENSA pour son soutien et son aide lors de la réalisation de ma thèse.

J'adresse également mes profondes gratitudee à toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont permis la réalisation de ce travail.

Qu'il me soit permis de remercier les phoeniciculteurs des wilayat BISKRA et EL-OUED sans oublier le personnel technique de la ferme pilote DHAOUIA.

Que tous sachant la reconnaissance que je leur témoigne.

RESUME

L'étude de la composition chimique, de la valeur énergétique et azotée et de la digestibilité à la pepsine cellulase, a été menée sur des sous produits du palmier dattier ramenés successivement chez des phoeniculteurs de la wilaya de Biskra et d'El-oued (rebuts de dattes, dattes pourries, palmes sèches et pédicelles) ainsi que d'échantillons d'une unité de transformation de ces sous produits au niveau d'El oued (mélange de dattes et noyaux broyés ainsi qu'un mélange de pédicelles, palmes sèches, balah et périanthes).

Cette étude a montré que :

- Les rebuts de dattes (hchef et sich), dattes pourries, l'aliment 1et2 ; sont riches en sucres solubles, pauvres en fibres et en matières azotées totales, leurs teneurs en UFL varient de 0.63 et 0.69 /kg de MS.
Leur utilisation est intéressante mais nécessite une complémentation azotée.
- Les palmes sèches et les pédicelles de dattes sont riches en fibres et sont considérée comme aliment de lest avec 0.40 et 0.42UFL/kg de MS.

Des équations de prévision de la digestibilité de ces aliments ont été établies à partir de quelques constituants chimiques à savoir : CB, NDF, ADF et ADL.

Une proposition de ration a été établie en vue de l'utilisation rationnelle des sous produits du palmier dattier dans l'alimentation du bétail en général et particulièrement chez les bovins dans les régions arides et semi arides.

Mots clés : sous produits du palmier dattier, composition chimique, digestibilité, pepsine-cellulase.

SUMMARY

The study of the chemical composition and the cellulase pepsin digestibility was carried out on date palm by products brought back at phoeniculteurs from the wilaya of Biskra and El-Oued (wasted dates, rotted dates, dry palms and pedicels as well as samples from unit of transformation of these by products).

This study showed that:

The wasted dates (hchef and sich) rotted dates and feed 1 and feed 2 are rich in soluble sugar but poor in total crude protein, their content of UFL vary from 0,63 and 0,69 /kg DM. Their use in diet ration for cattle is interesting but requires a nitrogen complementation.

The dry palms and date pedicels have high fiber content and a lower digestibility and can be used as ballast or to replace straw in feed ration for ruminants. Their energetic value is between 0.4 UFL and 0.42 UFL/kg DM.

We also established predicting equation from chemical composition among them (CF, NDF, ADF, ADL and CP). These equations could be used to calculate the energetic value of these by products.

We formulated a diet concentrate with content wasted dates barley, soybean meal and bran; which can be used by dairy cattle.

Key words: date palms by products, chemical composition, digestibility, cellulose.

ملخص

إن دراسة التركيب الكيميائي، القيمة الطاقوية و الازوتية و دراسة الهضمية باستعمال تقنية ببسين سيلولاز، خصت عينات من بقايا النخيل متحصل عليها من طرف منتجي النخيل لولاية بسكرة و الوادي(مخلفات التمور، تمور متعفنة، جريد يابس و عراجين) و كذا من وحدة لتحويل هذه البقايا على مستوى ولاية الوادي(خليط مطحون التمور مع النوى و خليط مطحون للعراجين و الجريد مع البلح و القنط).

أظهرت هذه الدراسة أن:

- مخلفات التمر(حشف و سيش)، التمور المتعفنة و الخليطين هي أغذية غنية بالسكريات البسيطة ، فقيرة من الألياف و ذات UFL تتراوح بين 0.63 و 0.69/ كغ من المادة الجافة، استعمالها ذو أهمية و يستلزم إضافة المواد الازوتية.

- الجريد اليابس و العراجين هي أغذية غنية بالألياف و ذات UFL تتراوح بين 0.40 و 0.42/كغ من المادة الجافة

و في الأخير قمنا باقتراح معدلات لتقدير الهضمية انطلاقا المركبات الكيميائية(CB, NDF, ADFet ADL)، مع افتراض عليه من أجل الاستعمال النظامي لهذه البقايا لدى الماشية بصفة عامة و الأبقار بصفة خاصة في المناطق الجافة و شبه الجافة.

كلمات مفتاحية: من بقايا النخيل، التركيب الكيميائي، الهضمية ببسين سيلولاز.

La liste des figures :

Figures N°		Page
01	Présentation graphique d'évolution des superficies et des productions de dattes de 1990 à 2006	6
02	Le palmier dattier.	8
03	Les stades de maturation de la datte.	10
04	Les rebuts de dattes.	13
05	Les pédicelles de dattes.	14
06	Les palmes sèches.	15
07	Les noyaux de dattes.	16
08	Les régions d'enquête : Biskra et El Oued.	33
09	Echantillons de Biskra et El-Oued.	37

La liste des tableaux :

Tableau N°		Page
01	Evolution de la production de dattes par pays (quintaux) de l'année 1998 à 2003	4
02	Caractéristiques et production des principales variétés de dattes cultivées en Algérie	7
03	Composition chimique des rebuts de dattes Selon différents auteurs.	17
04	Composition chimique des pédicelles.	17
05	Composition chimique des palmes sèches.	18
06	Composition chimique des noyaux de dattes.	18
07	Détermination des CUD des rebuts de dattes in vivo selon différents auteurs.	19
08	Détermination des CUD des pédicelles de dattes in vivo.	20
09	Importance des SPPD et leur utilisation.	34

10	Des informations recueillies au niveau de la ferme pilote Dhaouia d'El-Oued.	36
11	Composition chimique de SPPD.	49
12	Digestibilité des SPPD.	53
13	Valeur énergétique des SPPD.	55
14	Le prix du concentré et des SPPD	57
15	La composition chimique des trois ingrédients de la ration	58
16	Composition chimique du concentré proposé	60

Liste des abréviations

ADF	Acid Detergent Fiber.
ADL	Acid Detergent Lignin.
CB	Cellulose Brute.
^Dcell MO	Digestibilité Cellulasique de la Matière Organique.
^DcellMS	Digestibilité cellulasique de la Matière Sèche.
DMO	Digestibilité de la Matière Organique.
DT	Digestibilité Théorique des acides amines dans l'intestin grêle.
EB	Energie Brute.
ED	Energie Digestible.
EN	Energie Nette.
EM	Energie Métabolisable.
HCOSE	Hemicelluloses.
MAT	Matières Azotées Totals.
MAND	Matières Azotées Non Dégradables.
MG	Matières Grasses.
MM	Matières Minérales (cendres).
MO	Matière Organique.
MOD	Matière Organique Digestible.
MOF	Matière Organique Fermentéscible.
MS	Matière Sèche.
NDF	Neutral Detergent Fiber.
PDIA	Protéines d'origine Alimentaire Digestibles dans l'intestin.
PDIME	Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Energie.
PDIMN	Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Azote.
SPPD	Sous Produits du Palmier Dattier.
UFL	Unité Fourragère Lait.
UFV	Unité Fourragère Viande.

SOMMAIRE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE PALMIER DATTIER.....3

I.1. Répartition géographique du palmier dattier.....3

I. 2. Importance économique de la culture.....3

I.3. Variétés de dattes les plus connues en Algérie.....7

I.4. Description de la plante.....7

 I.4.1. Les organes végétatifs.....9

 I.4.2. Les organes reproducteurs.....9

I.5. Mode de reproduction du palmier dattier11

I.6.Exigences de la plante.....12

CHAPITRE II : LES SOUS PRODUITS DU PALMIER DATTIER.....13

II.1.Les types de sous produits du palmier dattier utilisés en alimentation du bétail.....13

 II.1.1. Les rebuts de dattes.....13

 II.1.2. Les pédicelles.....14

 II.1.3. Les palmes sèches.....15

 II.1.4. Noyaux de dattes.....16

II.2.Composition chimique des SPPD.....16

II.3. La digestibilité des SPPD19

CHAPITRE III : METHODES D’ETUDE DES ALIMENTS DU BETAIL.....21

III.1. Composition chimiques.....21

 III.1.1. L’eau et la matière sèche21

III.1.2. La matière organique et minérale	21
III.1.3. La matière grasse.....	22
III.1.4. Les constituants azotés.....	22
III.1.5. Les constituants pariétaux.....	22
III.2. Digestibilité des SPPD.....	24
III.2. 1. Méthode officielle.....	25
III.2. 2. Les méthodes indirectes.....	26
III.2. 2. 1. Méthodes chimiques.....	26
III.2. 2. 2. Les méthodes biologiques.....	29
III.2. 3. Méthode IN VITRO.....	30
III.2. 4. Méthodes enzymatiques	31
III.2. 5. La spectroscopie proche infra rouge.....	31
PARTIE EXPERIMENTALE.....	33
I. Objectif	33
II. Matériel et méthodes.....	33
II.1. Régions d'enquête.....	33
II.2. Informations recueillis auprès des phoeniculteurs.....	34
II.3. Informations recueillis auprès de la ferme pilote Dhaouia.....	35
II.4. Aliments étudiés.....	37
II.4.1. Échantillons ramenés de Biskra et d'El-Oued.....	37
II.4.2. Echantillons ramenés d'El –Oued.....	37
II.5. Lieu et durée de l'expérimentation.....	38
II.6. Méthodes d'analyses.....	38

II.6.1. Composition chimique.....	38
II.6.1.1. Détermination de la matière sèche.....	38
II.6.1.2. Détermination de la matière minérale.....	39
II.6.1.3. Détermination de la matière grasse.....	40
II.6.1.4. Détermination de la cellulose brute.....	40
II.6.1.5. Détermination de la Matière azotée totale.....	41
II.6.1.6. Détermination de la teneur en constituants	
Pariétaux.....	42
II.6.2. Digestibilité.....	44
II.6.3. Calcul de la valeur énergétique et azotée des SPPD.....	46
II.6.4. Analyse statistique.....	48
III. Résultats et discussion.....	49
III.1. Composition chimique.....	49
III.1.1. La teneur en matière sèche.....	50
III.1.2. La teneur en matière minérale.....	50
III.1.3. La teneur en matière grasse.....	50
III.1.4. La teneur en matière azotée totale.....	50
III.1.5. La cellulose brute.....	51
III.1.6. Les parois de VAN-SOEST.....	52
III.2. Digestibilité.....	53
III.3. Valeur énergétique et azotée.....	55
III.4. Intégration des SPPD dans l'alimentation des bovins.....	56
III.4.1. Proposition de ration à base d'un SPPD.....	58

CONCLUSION.....61

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES



INTRODUCTION

L'une des causes des insuffisances de la production laitière réside dans l'alimentation du cheptel. La demande nationale en aliments du bétail est estimée à 3.300.000 T/an dont 76% provient exclusivement de l'importation (source: guide économique, édition, 2008), l'aliment importé est sous forme de concentré.

Les enquêtes menées auprès des éleveurs par différents instituts ont montré que chez un très grand nombre d'éleveurs la ration alimentaire distribuée aux vaches laitières est constituée en majorité par du concentré importé et du foin (de faible qualité) et de la paille. La part du fourrage vert est souvent faible notamment en été et en automne où le fourrage vert est plus rare.

Ce déficit fourrager ne peut être résorbé que par une meilleure exploitation rationnelle des espaces fourragers d'une part et par la diversité des ressources fourragères d'autre part, c'est dans cet optique que s'inscrit notre étude qui consiste en la valorisation des sous produits du palmier dattier qui constituent un apport complémentaire assez important dans l'alimentation du bétail en général et bovin en particulier pour les zones citées ci-dessus.

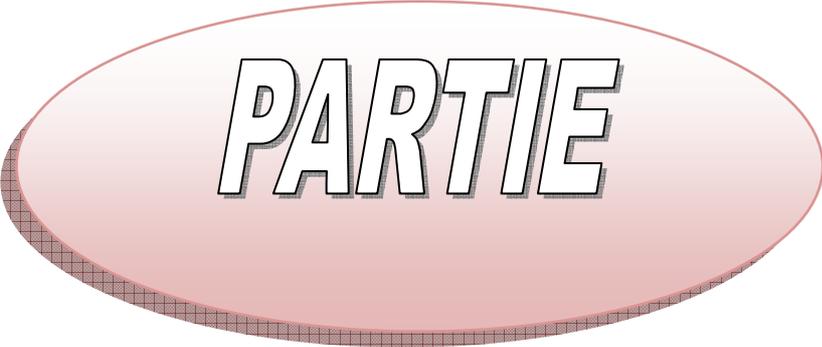
En effet, le palmier dattier qui constitue l'élément fondamental de l'écosystème oasien joue un rôle primordial sur le plan économique grâce à la production annuelle de 492.188 tonnes de dattes (Statistiques agricoles, MADR.DSASI 2006).

Ce potentiel phoenicicole fournit aussi une large gamme de sous produits disponibles en quantités appréciables avec des tonnages annuels estimés à 135 000 tonnes de palmes sèches, 5000 tonnes de pédicelles et 67 500 tonnes de rebuts de dattes (Chehema ; 1998).

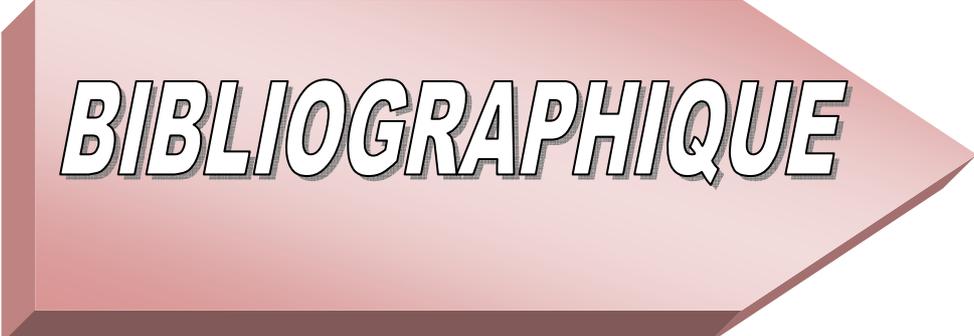
Des échantillons de sous produits du palmier dattier à l'état brut ramenés de chez des phoeniculteurs de la wilaya de Biskra et d'El-Oued (rebuts de dattes, palmes sèches, pédicelles) ainsi que ceux transformés au niveau d'une ferme pilote à El -Oued (mélange de dattes et noyaux broyés ainsi qu'un mélange de pédicelles, palmes sèches, balah et périanthes) ont fait l'objet d'analyse au niveau de différents laboratoires afin d'étudier la possibilité de leur incorporation dans des rations pour bovins:

- ❖ Laboratoires des analyses alimentaires de l'ENSV d'El-Harrach et de l'ITELV (Baba- Ali) à partir de Janvier 2009 jusqu'à Juin 2009 pour la composition chimique.

- ❖ Laboratoire UMTO pour la digestibilité à la Pepsine-cellulase à partir de Novembre 2009.

A red oval shape with a gradient from light to dark red, containing the word PARTIE in a bold, italicized, white font with a black outline.

PARTIE

A red arrow shape pointing to the right, with a gradient from light to dark red, containing the word BIBLIOGRAPHIQUE in a bold, italicized, white font with a black outline.

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Généralités du palmier dattier

Le palmier dattier présente le pilier de l'agriculture oasienne et la source principale de la vie de la population saharienne.

1.1. Répartition géographique du palmier dattier :

Dans le monde :

La culture du palmier dattier est concentrée dans les régions arides au Sud de la Méditerranée et dans la frange méridionale du proche Orient de puis le Sud de l'Iran à l'Est jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest, entre les altitudes 35° Nord et 15° Sud. L'Espagne reste le seul pays d'Europe à produire des dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche, située à l'Ouest d'Alicante à 39° Nord. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie.

Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fut introduit au XVIII^{ème} siècle mais sa culture n'a débuté réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés algériennes, en particulier *Deglet-Nour*, et des variétés Irakiennes.

En Algérie :

La culture du palmier dattier occupe toutes les régions situées sous l'Atlas saharien, les palmeraies Algériennes sont essentiellement localisées dans les wilayat du nord du Sahara, à savoir : Biskra, El oued, Ouargla et Ghardaïa (Maatalah M, 2003).

1. 2. Importance économique de la culture :

Dans le monde :

Avec une production mondiale de 2,5 millions de tonnes par an le palmier vient au quatrième rang des productions fruitières tropicales et subtropicales, après les agrumes, les bananes et l'ananas. Le nombre de palmiers dans le monde peut être estimé à 100 millions

d'arbres répartis essentiellement au proche Orient et en Afrique du Nord. Le rendement moyen mondial est seulement de 20 Kg par palmier (Maatalah M., 2003).

En 1995, les principaux pays producteurs de dattes étaient l'Irak, l'Iran, l'Egypte, l'Arabie saoudite, le Pakistan et l'Algérie. Par contre en l'an 2003, la production Irakienne a chuté ainsi l'Iran au 1^{er} rang, suivi de l'Egypte, d'Arabie saoudite, du Pakistan et de l'Algérie. Cette dernière maintient ainsi sa 5^{ème} position mondiale malgré de légères fluctuations durant les cinq dernières années (Tableau1).

Tableau 1: Evolution de la production de dattes par pays (quintaux) de l'année 1998 à 2003(Maatalah M., 2003).

Année Pays	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Irak	6.300.000	4.380.000	4.000.000	5.123.000	6.565.200	-
Iran	9.181.310	9.083.400	9.083.400	8.749.860	8.750.000	8.750.000
Egypte	8.398.050	9.059.530	9.059.530	11.132.700	11.150.000	11.150.000
A-saoudite	6.480.000	7.120.000	7.120.000	8.180.000	8.290.000	8.300.000
Pakistan	7.216.430	5.798.800	5.798.000	6.302.810	6.500.000	6.500.000
Algérie	3.873.130	4.275.830	4.275.830	4.373.320	4.370.000	4.370.000
Oman	2.360.000	2.820.000	2.280.000	2.659.000	3.123.200	2.386.110
Soudan	1.750.000	1.755.000	1.755.000	3.000.000	2.500.000	2.500.000

Libye	1.300.000	1.320.000	1.320.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000
Tunisie	1.030.000	1.030.000	1.030.000	1.050.000	1.100.000	1.150.000

En Algérie :

L'Algérie occupe le cinquième rang mondial avec une production annuelle de 492.188 tonnes de dattes (Statistiques agricoles, MADR.DSASI, 2006), dont plus de 49 % est représentée par la variété *Deglet-Nour* soit une moyenne de 243.698 tonnes. La *Deglet-Nour* de bonne qualité est souvent exportée.

L'évolution de la palmeraie en superficie a été significative pendant la dernière décennie du fait des vastes programmes initiés pour son extension dans le cadre de la loi portant Accession à la Propriété Foncière Agricole (A.P.F.A) de l'année 1983 et le Plan National de Développement Agricole (P.N.D.A) de l'année 1998. En effet, près de 2.5 millions de palmiers ont été plantés. Ces programmes sont un signe de regain d'intérêt à l'égard de la phoeniciculture (Maatalah M, 2003).

En parallèle à cette évolution des superficies; une légère augmentation de la production a été enregistrée. Cette dernière a connu malheureusement des fluctuations qui peuvent être attribuées à différentes causes; entre autre l'instabilité des conditions météorologiques (Figure 1).

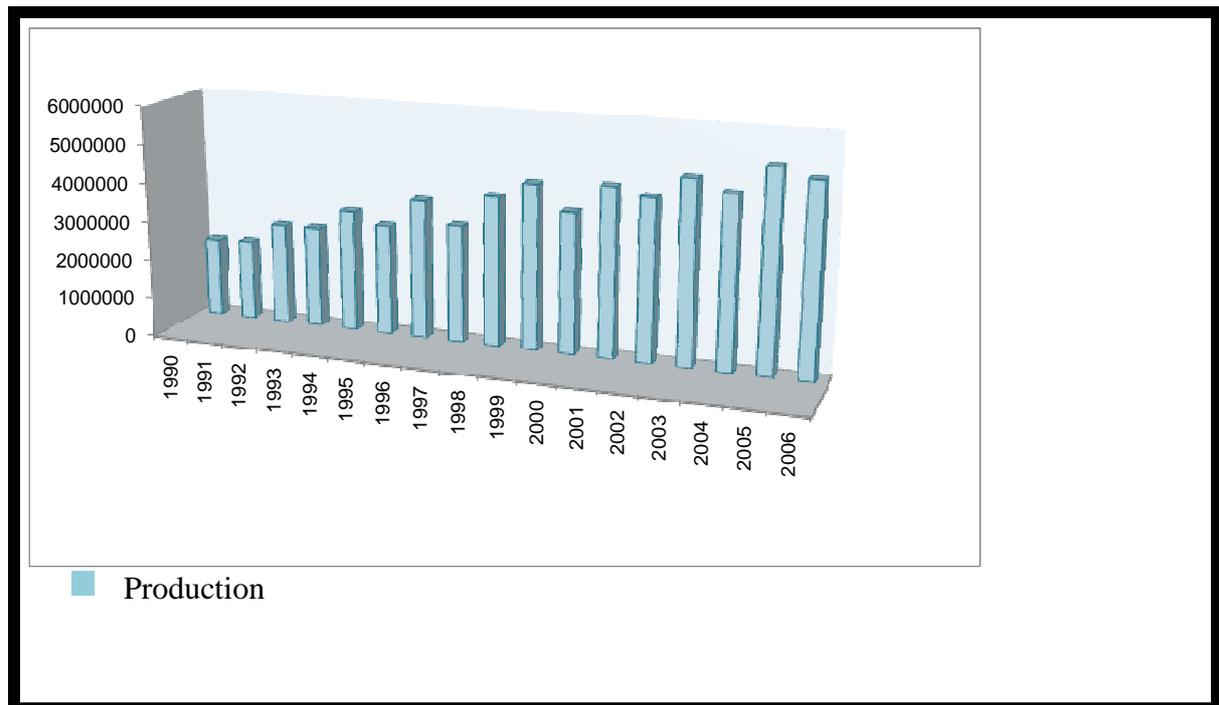
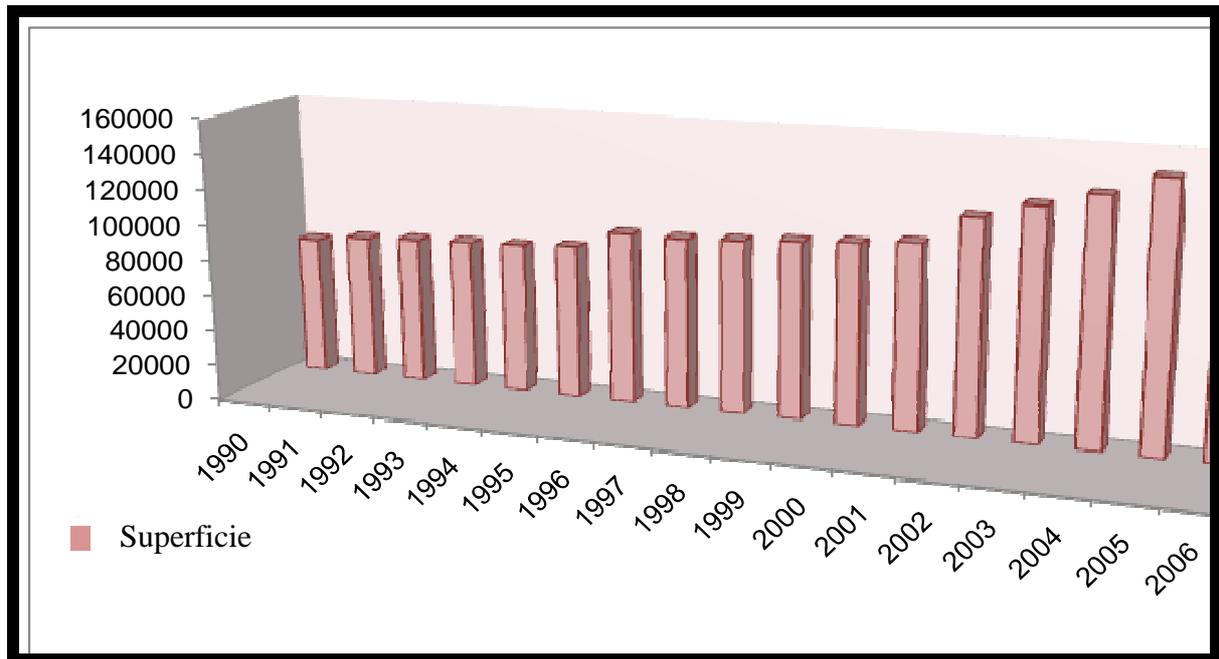


Figure 1 : Présentation graphique d'évolution des superficies et des productions de dattes de 1990 à 2006(Statistiques agricoles, MADR.DSASI, 1990-2006).

1.3. Variétés de dattes les plus connues en Algérie :

Il existe environ 200 variétés de dattes cultivées en Algérie (Haouache, 2007) .Les principales sont (Tableau 2) :

Tableau 2: Caractéristiques et production des principales variétés de dattes cultivées en Algérie (Statistiques agricoles, MADR.DSASI, 2006).

Variétés	Caractéristiques	Production(qx)
Deglet-Nour	Commerciale par excellence, dattes molles considérée comme étant la meilleure variété du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur	2.436. 980
Degla beida	Dattes sèches dont 80% du poids total de la datte constituent la pulpe.	1.649.170
Mech Degla	Dattes sèches, sa chaire est ferme et résistante.	
Ghars	Variété rustique, dattes molles contenant beaucoup d'eau.	835.730

1.4. Description de la plante :

Le palmier dattier est un arbre rustique s’adaptant aux régions les plus arides du monde. C’est une monocotylédone arborescente, selon (Munier P, 1973), le palmier dattier appartient à :

EmbranchementPhanérogames.

Sous-embranchement..... Angiospermes.

Classe..... Monocotylédones.

Groupe..... Phoenocoides.

Famille.....Arecaceae.

Sous-famille.....Coryphoideae.

Genre.....*Phoenix*.

Espèce..... *Phoenix dactylifera* L.

C'est une plante vivace et lignifiée qui présente une tige dressée et non ramifiée appelée tronc ou stipe, terminée par un bouquet de grandes feuilles d'aspect penné (Munier, 1973) (Figure 2).

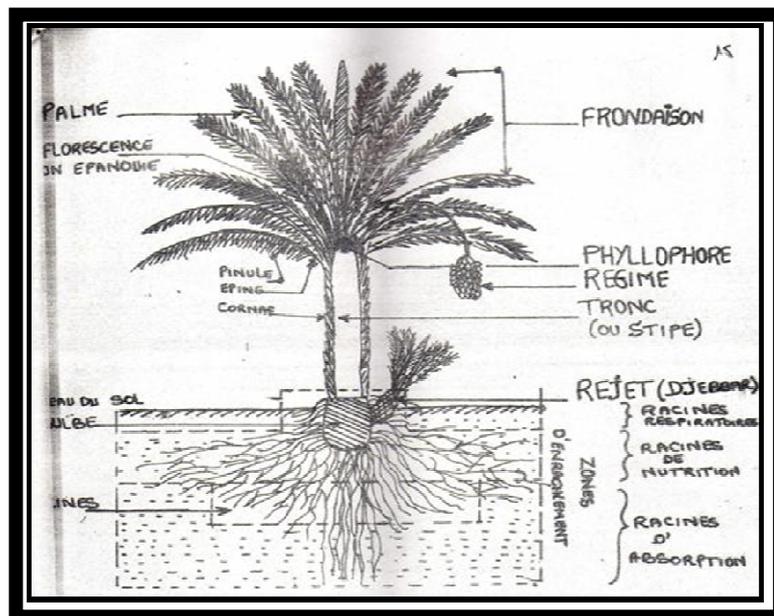


Figure 2 : Le palmier dattier (Munier, 1973).

1.4.1. Les organes végétatifs :

- **Le système racinaire :** il est de type fasciculé ; les racines du palmier dattier ne se ramifient pas, n'émettent pas des racines secondaires, ils peuvent présenter des pneumatodes qui sont des organes à vocation respiratoire sous forme de petites plaques et verrues farineuses (Figure2).
- **Le stipe :** arbre monopodique dont le tronc est fin, élancé de forme cylindrique de 1 à 30m de hauteur, très garni en lifs. Son diamètre est de 45 à 55 cm. Il a la faculté d'émettre 4 à 5 rejets qui reproduisent intégralement, les caractéristiques du pied-mère.
- **Les palmes:** leur nombre est d'environ 70 palmes, disposées en spirale d'une longueur qui atteint 350 à 450 cm, garnies d'environ 173 folioles pliées en gouttières et disposées deux à deux en oblique (Maatalah M, 2003).

1.4.2. Les organes reproducteurs :

- **Les régimes:** les dattes sont groupées sur un régime, constitué par un axe principal qui se ramifie en pédicelles. Sur le même régime, la maturation des fruits est échelonnée. Le palmier émet 10 à 20 régimes mesurant de 30 à 80 cm de longueur. Le nombre de fleurs est de 20 à 60 par épillet donnant par la suite 2 à 60 fruits. Le palmier est un arbre dioïque :
 - ✓ Le pied male ou DHOKKAR porte le pollen.
 - ✓ Le pied femelle ou NAKHLA porte le fruit.

Le Fruit : dans sa catégorie (demi-molles), c'est une baie de forme fuselée à ovoïde allongée. A maturité, le fruit se ramollit et se ride légèrement. La partie comestible est une pulpe translucide ; l'épicarpe prend une couleur ambrée et le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse, l'autre partie non comestible est la graine ou noyau (Maatalah M., 2003).

La datte passe par 4 stades jusqu'à maturité complète (Bessas, 2008) (Figure 3).

- Stade 1 (HABABOUK): après la pollinisation et dure 4 à5 semaines.
- Stade 2 (KIMRI): le fruit s'allonge et prend sa couleur verte.
- Stade3 (KHALAL): le fruit passe du vert vers le jaune et devient plus sucré.
- Stade 4 (RATEB): la maturité complète du fruit.



Figure 3 : Les stades de maturation de la datte (Photo personnelle).

- **La graine:** une seule, lisse ; sa consistance est dure et cornée ; relativement petite, sa couleur est d'un brun léger, fusiforme et pointue aux deux extrémités. Un sillon ventral peu profond et un embryon dorsal (Maatalah M, 2003).

1.5. Mode de reproduction du palmier dattier :

Le palmier dattier peut être multiplié par voie végétative ou par voie sexuée.

- Le processus de reproduction végétative est assuré par le développement des bourgeons axillaires, situés à l'aisselle des palmes, qui donne naissance à des rejets appelés drageons, lorsqu'ils sont produits dans la partie basale du stipe, et gourmands, lorsqu'ils sont produits à la partie moyenne de celui-ci.
- Dans le cas de la reproduction sexuée, la graine, fruit de la pollinisation entre plant mâle et plant femelle, germe et donne naissance à une plantule; à l'âge adulte, ces plants sont appelés Khalts. Ils ont 50 % de chance d'être mâle ou femelle. Leur sexe ne peut être déterminé qu'à l'âge de 5 à 8 ans, date du développement des premières inflorescences.

En général, le palmier dattier est multiplié par voie végétative, grâce aux drageons qu'il produit (10 rejets en dix ans, en moyenne ; ce nombre varie selon l'âge et le cultivar). La réussite de la reprise des drageons varie en fonction de l'âge du drageon, de son poids à la plantation, des fréquences d'irrigation ainsi que de la technique de transplantation (Quinten, 1996).

1.6.Exigences de la plante :

- **Climat :**

Espèce thermophile, le palmier dattier ne peut fructifier au dessous de la température 18 °C, mais supporte les températures basses. Il ne fleurit que si la température moyenne est de 20 à 25°C. L'humidité qui convient au palmier est celle de la zone saharienne, souvent inférieure à 40%.

- **Eau :**

Pour assurer une bonne production dattière, l'arbre a besoin de 16.000 à 20.000 m³/ha/an, selon la nature du sol, la profondeur de la nappe et le degré d'insolation et de température. Les estimations sont de l'ordre de 50 L/mn/ha en été et de 40 L/mn/ha en hiver.

- **Sol :**

Les palmiers sont cultivés dans des sols très variés ils se contentent de sols squelettiques : sableux, sans aucune consistance mais affectionne les sols meubles et profonds assez riches ou susceptibles d'être fertilisés. C'est une espèce qui craint l'argile (Maatalah M, 2003).

Chapitre II

Les sous produits du palmier dattier

II.1. Les sous produits du palmier dattier utilisés en alimentation du bétail :

II.1.1. Les rebuts de dattes :

Les écarts de tri de dattes ou rebuts de dattes représentent la catégorie de dattes non propre à la consommation humaine et qui sont destinés traditionnellement à l'alimentation du bétail (Figure 4).

Parmi ces rebuts on peut citer :

- H'chef : dattes déshydratées, par manque d'eau et d'éléments nutritifs.
- Sich : dattes non fécondées, non pollinisées, ne possèdent pas de noyau.
- Makhmoudja : dattes pourries.

Les écarts de tri représentent une moyenne de 25% de la production dattière annuelle soit 67500 tonnes de rebuts de dattes/an (Chehma et al, 2000, Djerroudi, 1991).



Figure 4 : Les rebuts de dattes (Photo personnelle).

II.1.2. Les pédicelles :

Les pédicelles de dattes sont les résidus restant des régimes de dattes après leur récolte. Les pédicelles représentent le support des dattes. Le régime est constitué par un ensemble de pédicelles ou épillets fixés sur le palmier par la hampe ou pédoncule. Ils constituent un déchet important après la cueillette de dattes utilisées généralement comme combustible domestique dans la maison ou détruits par incinération après la récolte pour éviter l'encombrement dans la palmeraie (Chehma, 1998) (Figure 5).

Les pédicelles de dattes comme sous produit agricole de la datte, représente une source énergétique inestimable, dont la biomasse végétale se place après le bois et les pailles (Haouache, 2007).

La production annuelle des pédicelles est estimée à 5000 tonnes (Chehma et al, 2000).



Figure 5 : Les pédicelles de dattes (Chehma et al, 2009).

II.1.3. Les palmes sèches :

Les palmes sèches représentent la partie foliaire du palmier dattier. Chaque année, 10 à 20 palmes se dessèchent à la base de la partie foliaire du palmier dattier et renouvelées par d'autres plus jeunes au sommet (Figure 6).

Actuellement le palmier dattier doit se débarrasser de ses palmes sèches par une opération culturale appelée toilette du palmier dattier.

L'utilisation des palmes sèches dans l'alimentation du bétail est limitée dans les élevages traditionnels et familiaux surtout pendant les périodes creuses de l'année (été, hiver) ; et lorsque c'est le cas, les animaux ne consomment que les folioles qui sont plus tendres et les dénudent complètement de leur rachis (Chehma, 1998).

On peut estimer le tonnage à 135000 tonnes de palmes sèches/an (Chehma et al, 2000).



Figure 6 : Les palmes sèches (Chehma et al, 2009).

II.1.4. Noyaux de dattes :

Les noyaux de dattes représentent la graine de la datte, ils constituent 7 à 35% du poids de la datte (selon la variété). Ils sont issus de la production de la pâte de datte, sirop de datte, confiture de datte, dattes fourrées, jus de datte,...

Les noyaux de dattes constituent l'un des sous produits du palmier dattier les plus utilisés comme aliments de bétail ; leur broyage ou trempage dans l'eau durant 07 jours, augmente leur digestibilité et leur appétibilité chez les animaux d'élevage (Rahouma, 1990) (Figure 7).



Figure 7 : Les noyaux de dattes (Photo personnelle).

II.2. Composition chimique des SPPD (d'après quelques auteurs) :

Les sous produits du palmier dattier ont fait l'objet de plusieurs études ; quelques résultats sont mentionnés dans les tableaux (3, 4,5 et 6) (Chehma, 1998) :

Tableau 3: Composition chimique des rebuts de dattes Selon différents auteurs.

		En % de la MS								
Auteur	MS en % de MF	MAT	MG	CB	MM	NDF	ADF	LIGN	HCOSE	ENA
CHENAFI (1991)	84.66	4.49	2.54	8.64	6.55	/	/	/	/	77.78
DJERROUDI (1991)	88.51	7.75	3.77	8.19	7.29	/	/	/	/	72.80
SEDDI (1993)	87.66	4.26	/	5.28	3.39	/	/	/	/	/
BELBEY (1994)	93.42	4.14	/	5.59	3.65	/	/	/	/	/
REHRAH et SENNAOI (1996)	82.12	7.06	/	7.45	/	/	/	/	/	/
CHEHMA (1998)	90.40	4.17	/	9.59	4.18	24.39	12.94	5.26	11.45	/

Tableau 4 : Composition chimique des pédicelles.

		En % de la MS							
Auteur	MS en % de MF	MAT	MG	CB	MM	NDF	ADF	LIGN	HCOSE
CHENNAFI (1991)	80.80	7.00	/	27.17	5.40	/	/	/	/
HAOUACHE (1991)	89.00	4.71	/	/	9.47	63.15	34.92	5.60	28.23
BOUAL (1992)	95.17	5.25	/	34.28	7.78	83.20	32.55	6.05	50.65
SEDDI (1993)	95.57	4.88	/	29.23	8.24	83.25	54.21	33.31	29.06
CHEHMA (1998)	90.98	3.93	/	36.55	8.03	83.25	53.88	19.68	29.06

Tableau 5 : Composition chimique des palmes sèches.

		En % de la MS							
Auteur	MS en % de MF	MAT	MG	CB	MM	NDF	ADF	LIGN	HCOSE
BOUAL(1992)	95.15	5.10	/	/	14.01	89.60	43.90	11.75	45.70
SEDDI (1993)	95.63	4.89	/	/	17.21	89.28	65.3	20.45	23.98
CHOUIA(1991)	92.40	4.04	/	28.19	/	/	/	/	/
CHEHMA (1998)	94.37	3.90	/	30.70	15.25	89.44	65.30	20.45	23.98

Tableau 6: Composition chimique des noyaux de dattes.

		En % de la MS				
Auteur	MS en % de MF	MAT	MG	CB	MM	ENA
MERZOUG (1981)	92.86	6.15	7.43	/	1.11	/
GIHAD et al (1988)	90.50	6.80	7.60	7.67	1.93	75.99
YEZZA (1992)	93.60	6.86	/	13.99	2.10	/

Malgré la diversité des résultats donnés par les différents auteurs, on remarque que les sous produits du palmier dattier présentent des taux élevés en MS dépassant les 80%, des taux en MM moins de 17.21% et MAT moins de 7.75%.

Les pédicelles de dattes et les palmes sèches se caractérisent par des teneurs en CB de plus de 30%.

Les rebuts de dattes sont les sous produits les plus digestibles, ils contiennent moins de cellulose et plus de sucres solubles (70%).

II.3. La digestibilité des SPPD (selon quelques auteurs) :

Plusieurs études ont été réalisées sur la digestibilité (in vivo, in vitro) des rebuts de dattes dont la plus part ont été faite sur les ovins, les caprins et le dromadaire.

Le tableau ci-dessous nous rapporte les différents CUD de rebuts de dattes obtenus par les différents auteurs (Chehma, 1998) ; la diversité des résultats est liée aux différences de variétés de dattes utilisées et surtout aux protocoles expérimentaux suivis.

Tableau 7 : Détermination des CUD des rebuts de dattes in vivo selon différents auteurs.

		CUD en %				
Auteur	MS	MAT	MG	CB	MO	NDF
CHENNAFI (1991)	53.82	59.24	49.79	26.26	75.49	/
DJERROUD I (1991)	69.98	47.69	/	49.70	70.37	./
CHEHMA (1998)	72.20	69.42	/	50.27	76.39	/

Peu d'études ont été réalisées sur la digestibilité des pédicelles de dattes : on peut citer quelques travaux réalisés faisant l'étude de la digestibilité IN VIVO des pédicelles (Chehema, 1998).

Le CUD des pédicelles est illustré dans le tableau (8) :

Tableau 8 : détermination des CUD des pédicelles de dattes in vivo.

Auteur	CUD en %					
	MS	MAT	MG	CB	MO	NDF
CHENNAFI (1991)	34.09	35.79	49.79	79.40	50.47	/
CHEHMA (1998)	48.02	58.39	/	48.52	48.08	32.35

Chapitre III

Méthodes d'étude des aliments du bétail

Pour déterminer la valeur nutritive d'un aliment (fourrage, sous produit, ..) utilisé en alimentation du bétail, plusieurs méthodes sont utilisées en vue de la détermination de leur composition chimique et leur digestibilité.

III.1. Composition chimiques :

La composition chimique des aliments est déterminée grâce à des analyses chimiques qui permettent d'étudier les éléments nutritifs contenues dans la plante.

III.1.1. L'eau et la matière sèche :

Lorsqu'un échantillon d'aliment est placé dans une étuve maintenue à 105°C pendant 24 heures toute l'eau s'évapore et le résidu qui reste représente la teneur en matière sèche.

La quantité d'eau est variable, une jeune plante contient de 70 – 80% d'eau, cependant les aliments secs contiennent des taux au dessous de 15%. Toutes les substances nutritives se trouvent dans la matière sèche, en générale la concentration d'une substance nutritive est exprimée sur la base de la quantité de MS dans l'aliment (INRAT, 1997).

III.1.2. La matière organique et minérale :

La matière sèche d'un aliment contient la matière organique et la matière inorganique ou minérale.

Lorsqu'un échantillon d'aliment est soumis à une température de 550°C dans un four pendant 24 heures la matière résiduelle sera la matière minérale, la matière organique est consommée.

La matière minérale varie entre (1- 12%) dans les plantes, les fourrages contiennent en générale plus de minéraux que les concentrés (Yaakoub, 2006).

III.1.3. La matière grasse :

Nous appelons matière grasse tout ce que peut être extractible par des solvants organiques tel que : l'éther sulfurique, l'éther de pétrole, le tétrachlorure de carbone. La teneur en matières grasses d'un échantillon correspond à la quantité de produits extraits par un solvant organique (Yaakoub, 2006).

III.1.4. Les constituants azotés :

Les matières azotées représentent 5% à 60% de la matière sèche, elles sont en majorité sous forme protéique, elles se trouvent essentiellement dans les cellules chlorophylliennes et le cytoplasme (Sauvant, 1988 ; Brady, 1976), mais également sous forme non protéique dans les cellules vivantes, dans les tissus conducteurs de l'appareil végétatif et des racines (Jarrige et al,1978 ;Demarquilly et al,1981), l'azote non protéique représente la fraction soluble dans l'éthanol (Littleton,1973 ; Jarrige,1980).

La détermination de l'azote dans un aliment a été réalisée par un chimiste danois, Johan Kjeldahl en 1883.

III.1.5. Les constituants pariétaux :

La paroi cellulaire donne une certaine rigidité à la plante, elle comprend la cellulose, hémicellulose qui sont associées à une composée phénolique qui est la lignine, l'ensemble des trois constituants est appelé fibre.

Ils existent des méthodes récentes permettant de mesurer d'une manière exacte la quantité en cellulose, en hémicellulose et en lignine dans un aliment.

- **La cellulose :**

C'est le constituant structural le plus abondant ; elle représente en moyenne 32 à 47% du poids sec du fourrage. C'est un homopolysaccharide constitué de longues chaînes linéaires de β 1-4glucose, associées aux micro-fibrilles qui conduisent à la formation des fibres dont certaines zones ont une forte cristallinité. son degré de polymérisation est élevé et peut être de l'ordre de 10 à 15000 unités (Giger, 1987).

Les principales propriétés de la cellulose sont associées à sa haute résistance vis-à-vis des agents de dégradation chimiques et biologiques ; de ce fait, il faut avoir recours aux acides sulfuriques ou phosphoriques très concentrés pour l'hydrolyser complètement (Jarrige, 1981).

La cellulose est entièrement digestible et est la source principale d'énergie pour les micro-organismes du rumen pour autant que l'action cellulolytiques de celle-ci ne soit pas entravée par la présence de lignine encastré dans la cellulose.

- **Les hémicelluloses :**

Contrairement à la cellulose, ils sont des hétéro-polymères amorphes composés d'hexoses (Bailey, 1973).

Elles sont solubles dans des bases hydrolysables par les acides dilués à chaud en oses et acides uroniques (Brunel; Patin, 1949). Cependant la solubilité dépend aussi du degré de liaison des hémicelluloses avec la cellulose et la lignine (Norman, 1935).

Les hémicelluloses ne sont que partiellement digestibles.

- ***La lignine :***

C'est un hétéro polymère phénolique dérivé de trois alcools à noyau phénylpropanoïque, sa caractéristique principale est sa résistance à la plupart des agents chimiques (Harkin, 1973 et Monties, 1980).

Du point de vue nutritionnel, la lignine en plus de son indigestibilité elle rend par un effet barrière, la cellulose et les hémicelluloses en partie indigestible.

Le NDF (Neutral Détergent Fiber) est la fraction fibreuse non soluble dans un détergent neutre, elle contient la cellulose, l'hémicellulose et la lignine elle inclue aussi autres produits tel que les minéraux liés à la fibre ainsi que la protéine endommagée par la chaleur (Yaakoub, 2006).

Le complexe composé de lignine qui dépose sur la cellulose est appelé lignocellulose ou bien la partie de fibres non soluble dans un détergent acide (Arrigo, 2001).

En soustrayant l'ADF du NDF nous estimons l'hémicellulose et par un traitement du résidu ADF à l'acide sulfurique 72% suivi d'une calcination nous pouvons donner la lignine brute (ADL) (Van Soest, 1963).

Les proportions de fibres ADF et NDF d'un aliment sont des indices de sa valeur alimentaire.

III.2. Digestibilité des SPPD :

La valeur nutritive d'un fourrage dépend non seulement de sa composition chimique mais aussi de sa digestibilité qui peut être déterminée par différentes méthodes.

Prévoir la valeur énergétique d'un fourrage équivaut principalement à prédire sa digestibilité ; nombreuses sont les méthodes d'estimation proposées.

III.2. 1. Méthode officielle (digestibilité in vivo):

Elle demeure la méthode de référence ; en général, la mesure de la digestibilité et des quantités ingérées se fait sur des lots de moutons, variant de 2 à 6 sujets adultes, males, castrés, en bonne santé reçoivent le fourrage à volonté, soit en quantité limitée. L'eau de boisson est distribuée à volonté et les animaux, placés en cage à métabolisme, reçoivent deux repas par jour (Aufrère et Michalet-Doreau, 1983 ; Boutalbi, 1983).

La période de mesure comprend deux étapes :

- ❖ Une étape d'adaptation durant laquelle les animaux sont accoutumés au fourrage à étudié ; elle dure de 2 à 3 semaines.
- ❖ Une étape expérimentale dure 5 à 10 jours pendant laquelle la totalité des refus laissés par les animaux et les fèces excrétés est recueillie.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur l'ingère et des excréta, ainsi que les quantités de fèces excrétés et d'aliment offert ou refusé sont utilisés pour le calcul du coefficient de digestibilité des différents éléments nutritifs selon la formule :

$$\text{CUD}(\%) = \frac{\text{quantité ingérée} - \text{quantité excrétée}}{\text{quantité ingérée}}$$

Les méthodes directes sont onéreuses et nécessitent de gros moyens. En outre, elles ne sont pas utilisables pour de nombreux échantillons. Pour faire face à ce problème, plusieurs méthodes d'estimation de la digestibilité en laboratoire ont été proposées.

III.2. 2. Les méthodes indirectes : de laboratoires :

Les expériences de digestibilité IN VIVO étant longues et coûteuses ; on a cherché depuis longtemps à s'en passer en mettant au point des tests de laboratoire rapides qui permettent avec une bonne précision la prévision de la valeur nutritive des fourrages.

Le but de toute méthode de laboratoire, c'est d'avoir une bonne corrélation avec la méthode IN VIVO, une bonne répétabilité, d'être rapide et peu coûteuse. de nombreuses méthodes de laboratoire ont été développées, elles sont classées en :

III.2. 2. 1. Méthodes chimiques :

La digestibilité des fourrages dépend, avant tout, de sa teneur en matière organique digestible, et par conséquent du coefficient de digestibilité de la matière organique (Jarrige et al, 1970).

Le fourrage renferme deux fractions principales : les contenues cellulaires qui sont presque entièrement digérées et les constituants pariétaux pecto- cellulosiques, qui le sont seulement en partie (Van Soest ,1967).

Le coefficient de digestibilité du fourrage dépend donc, en définitive de la proportion et de la digestibilité des parois. Ces dernières diminuent lorsque la proportion des parois et leur lignification augmentent dans la plante (Jarrige et Minson, 1964).

En terme histologiques, les tissus cellulosiques sont partiellement digestibles, alors que les tissus lignifiés sont presque entièrement indigestibles ; ils se retrouvent réduits à l'état de fines particules dans les fèces (Boutalbi, 1983).

Ainsi pour prévoir la digestibilité ou la teneur en matière organique digestible du fourrage, il existe actuellement des méthodes chimiques qui dosent en partie (la méthode de WEENDE) ou en totalité les parois (la méthode de Van Soest).

- **La méthode de WEENDE ou de cellulose brute:**

C'est la méthode la plus ancienne, la CB est le résidu obtenu après une double hydrolyse réalisée successivement avec une solution acide (H₂O à 1.25%) et une solution alcaline diluée (NaOH ou KOH à 1.25%). Ces traitements dissolvent la quasi-totalité des constituants du contenu cellulaire, la majeure partie (60 à 80%) des hémicelluloses, un peu de cellulose et une fraction de la lignine.

La teneur en cellulose brut est généralement un bon critère de l'indigestible pariétal d'une plante donnée parce qu'elle est liée positivement à la teneur en paroi et à la teneur en lignine (Demarquilly et Jarrige, 1981).

Cette méthode a été critiquée essentiellement du fait que la cellulose brute et l'extractif non azoté (ENA) ne présentent pas des entités chimiques définies.

Biologiquement, la distinction entre CB et ENA n'est pas objective, étant donné que la digestibilité de la cellulose brute est parfois supérieure à celle de l'ENA.

L'inadéquation de la méthode de WEENDE est liée au fait que le traitement à la soude dissout une partie importante et variable de la lignine dont on sait le rôle fondamentale dans l'indigestibilité des parois (Norman, 1935, Nordfeldt et al, 1949). Cette inadéquation est liée aussi au fait que lors du traitement acide, la cellulose est faiblement attaquée alors que toutes les hémicelluloses ne sont pas dissoutes ; mais c'est surtout le traitement basique qui est la principale cause de la mise en défaut de cette méthode.

De nombreux chercheurs ont tenté de mettre au point des méthodes de dosage pour le fractionnement des différents constituants de la paroi végétale. En effet, la méthode de Van Soest permet de quantifier trois résidus considérés dans un ordre décroissant de teneur.

- **Estimation de la paroi totale :**

Van Soest et Wine, 1967, ont proposé une méthode pour séparer les fourrages en deux fractions, une soluble dans un détergent neutre et l'autre insoluble appelée NEUTRAL DETERGENT FIBER ou NDF. Le résidu est obtenu par l'action combinée en milieu tamponné d'un détergent (le sulfate de sodium) qui élimine l'essentiel du contenu cellulaire en particulier les protéines et les complexes tanins protéines.

Le NDF renferme en théorie l'ensemble des hémicelluloses, de la cellulose et de la lignine (Jarrige, 1980 ; Giger, 1987). Il contient aussi des résidus du contenu cellulaire principalement des substances azotées (3 à 15% de l'NDF) ainsi que des substances minérales telles que la silice (Jarrige, 1981 ; Jarrige, 1954) cependant ; une fraction des polysaccharides pariétaux spécialement les substances pectiques et même une fraction de la lignine sont dissoutes par le détergent neutre (Bailey et Ulyatt, 1970 ; Colburn et Evans, 1967).

- **Estimation du résidu ligno cellulosique :**

Dans la méthode de VAN SOEST, 1963, un détergent (Bromure de Cétyle Triméthyl Amonium ou CTAB) est associé à l'acide sulfurique normal. Le détergent a pour double rôle d'éliminer les substances lipidiques lorsqu'elles ne sont pas en quantités trop importantes et de préparer un résidu ADF.

L'acide détergent Fiber(ADF) contient toute la cellulose et la lignine avec une fraction variable d' hémicellulose et de substances protéiques (Kim et al, 1967 ; Riquet, 1979).

La lignine peut être estimée par la quantité sèche extraite à partir de l'ADF après oxydation par le permanganate de potassium, les valeurs obtenues sont généralement plus élevées que la lignine obtenue sur le même ADF après action de l'acide sulfurique concentré (Van Soest et Wine, 1968).

La lignine étant le facteur fondamental de l'indigestibilité des parois, en effet plusieurs auteurs ont montré que la prévision de la digestibilité avec les lignines est moins précise qu'avec la cellulose brute ou les autres méthodes de dosage des parois.

La méthode de Van Soest, 1963, utilise l'acide sulfurique concentré après extraction avec un détergent acide, prévoit la digestibilité d'une manière plus précise que les méthodes utilisant directement l'acide sulfurique (McLeod et Minson, 1967).

Plusieurs études ont montré que la précision de la digestibilité à partir de l'ADF donne des résultats équivalents ou légèrement meilleurs. C'est la méthode la plus utilisée pour sa rapidité et sa reproductibilité (Jarrige, 1981). Le NDF est généralement moins bien prédictif de la digestibilité que la cellulose brute ou l'ADF, mais il est un bon prédictif de l'indigestibilité des fourrages (Giger, 1979).

III.2. 2. 2. Les méthodes biologiques :

La méthode des bilans est à l'heure actuelle la seule méthode de référence, pour mesurer la digestibilité des fourrages, bien qu'elle soit onéreuse et nécessite beaucoup de mains d'œuvre et de manipulation (Batriaux-Thill et al, 1980). Diverses alternatives pour estimer la digestibilité des fourrages ont été proposées :

- ***Méthode IN SITU :***

Elle consiste à introduire de petits échantillons de fourrages dans des sachets de nylon suspendus dans le sac ventral du rumen d'un animal fistulé, et sont retirés après des périodes de temps variables. La matière sèche disparue est mesurée à 12, 24, 48 ou 72 heures (Demarquilly et Chenost, 1969).

La méthode in situ est fort satisfaisante car elle reproduit ce qui se passe réellement au cours de la digestion, néanmoins, sa mise en œuvre est laborieuse et ne s'applique simultanément qu'à un nombre restreint d'échantillons (Batriaux-Thill et al, 1980).

Elle souffre d'une faible répétitivité (Demarquilly et al, 1970 ; Mehrez et Orskov, 1977 ; Lindberg, 1985 ; Barnes, 1969 ; Demarquilly, 1979 ; Oldham, 1986) et quelque soit son utilisation, cette méthode doit être rigoureusement standardisée, d'une part pour réduire la variabilité liée à l'emploi de cette technique, d'autre part pour éviter les biais liés à la méthodologie utilisée, susceptibles de modifier le classement des aliments en fonction du critère étudié (Michalet-Doreau et Aufrère, 1990).

III.2. 3. Méthode IN VITRO :

Il existe plusieurs méthodes utilisant l'inoculum de rumen. Ces méthodes sont dites IN VITRO. La méthode de TILLEY et TERRY, 1963 est la plus utilisée dans le monde, elle consiste à reproduire le plus fidèlement possible le milieu biologique très complexe que constitue le rumen. Il s'agit d'une incubation en deux temps :

- Incubation d'un échantillon de fourrage en présence de jus de rumen et d'une solution tampon (salive artificielle) pendant 48 heures en anaérobiose, à une température de 38-39°C et un PH de 6.7- 6.9 de sorte que les conditions soient les plus proches possibles de celles du rumen. Cette première étape simule la digestion dans le rumen.
- Incubation pendant 48h consécutive à la première dans une solution HCL- pepsine pour simuler la digestion dans la caillette.

Cette méthode donne une très bonne prédiction de la digestibilité IN VITRO des aliments, cependant, elle présente certains inconvénients, elle nécessite l'entretien d'animaux fistulés donneurs de jus de rumen.

De plus, la variabilité du jus de rumen rend les comparaisons entre laboratoires difficiles, ce qui explique la reproductibilité insuffisante de cette méthode et au sein d'un même laboratoire (Demarquilly et Jarrige ,1981).

III.2. 4. Méthodes enzymatiques :

Afin de supprimer l'inconvénient majeur des méthodes IN VITRO (nécessité d'avoir des animaux fistulés), les chercheurs ont essayés de reproduire l'activité cellulolytique du rumen à l'aide d'enzymes dites « cellulases », extraites de champignons *Aspergillus niger* ou *Trichoderma viride*.

Les premiers à avoir utilisé des préparations d'enzymes cellulolytiques extraites de champignons c'est Donefer et al, 1963 mais les résultats obtenus sont peu satisfaisants, (Jarrige et Thivend, 1969), ont utilisé une cellulase fongique fabriquée à des fins pharmaceutiques.

Il s'agit, en réalité, d'un nombre d'enzymes qui attaquent non seulement la cellulose, mais aussi les hémicelluloses, les protéines, l'amidon. Elle a donc une action comparable à celle de la population microbienne du rumen, mais beaucoup moins intense.

Le résidu de cette digestion cellulolytique pendant 24h permet de prévoir la digestibilité des principaux fourrages avec une bonne précision ($r = 0.87$ et $ETR = 3.5$) que la digestibilité IN VITRO mesurée selon la technique de TILLEY et TERRY, 1963 et de façon plus simple et plus reproductible (Jarrige et al, 1970).

Les recherches ont montré la nécessité d'ajouter un prétraitement à l'attaque cellulolytique, on a proposé un prétraitement de 24h à la pepsine dans de l'acide chlorhydrique dilué (0.1N) suivi d'un traitement à la cellulase pendant 24h.

Le prétraitement améliore la sensibilité des parois à la cellulase (Aufrère, 1982), ce qui a pour conséquence une augmentation de la matière solubilisée.

III.2. 5. La spectroscopie proche infra rouge (SPIR) :

C'est une technique d'analyse qui permet de connaître la composition chimique des aliments beaucoup plus rapidement que les dosages biochimiques classiques.

Les méthodes de références sont généralement longues à mettre en œuvre, nécessitent l'emploi de réactifs coûteux et polluants et ne peuvent être appliqués que par des opérateurs qualifiés. Par contre, avec la SPIR, il est possible de déterminer en une analyse unique l'ensemble des paramètres chimiques (protéines, fibre, cendres, ...) et biologiques (digestibilité de la matière organique, digestibilité des fibres,...) intervenants dans le calcul de la valeur alimentaire.

La SPIR peut être définie comme l'étude de l'interaction de la lumière avec la matière. Elle est basée sur l'absorption par la matière organique du rayonnement infrarouge (compris entre 1100 et 2500 nm). Elle nécessite le développement d'équations et leur mise à jour régulière. Ces équations peuvent être utilisées en routine dans des laboratoires afin de fournir très rapidement la composition et la valeur alimentaire des fourrages.

Dans l'industrie de l'alimentation animale, la SPIR apparait comme une technique analytique très efficace, les premières applications développées portaient principalement sur le dosage des constituants majeurs. Plus récemment, les analystes se sont intéressés à la prédiction directe par la SPIR de la valeur nutritionnelle des aliments.

Cette technique s'est avérée partiellement efficace pour prévoir la digestibilité des fourrages et d'autres aliments des ruminants (Bertrand, 2002).

Dans le futur, il serait sans doute possible de prévoir la réponse animale (taux de croissance, production laitière...) et d'établir directement les régimes des animaux à partir des spectre SPIR des matières premières qui constituent l'aliment grâce au progrès de l'électronique, de l'informatique et de la chimiométrie, source continue d'amélioration de cette technique.

PARTIE

EXPERIMENTALE



Matériel et méthodes

I. Objectif :

L'objectif de notre travail est la valorisation des différents sous produits du palmier dattier (rebuts de dattes, palmes et pédicelles) en vue de leur utilisation dans un plan de rationnement des animaux notamment des bovins dans les zones arides et semi arides, où les fourrages font souvent défaut et les sous produits du palmier dattier sont disponibles localement.

II. Matériel et méthodes :

II.1. Régions d'enquête :

Les régions de sud-est algérien sont connues comme étant les plus potentielles en culture du palmier dattier (Figure 8).

Pour des raisons pratiques (transport, éloignement, environnement....) notre enquête s'est déroulée dans 2 wilayat Biskra (Tolga, Foughala) et El-Oued.

Des échantillons de sous produits du palmier dattier ont été recueillis et ramenés successivement chez des phoeniculteurs des wilayat citées ci-dessus et de la ferme pilote Dhaouia d' El-Oued.

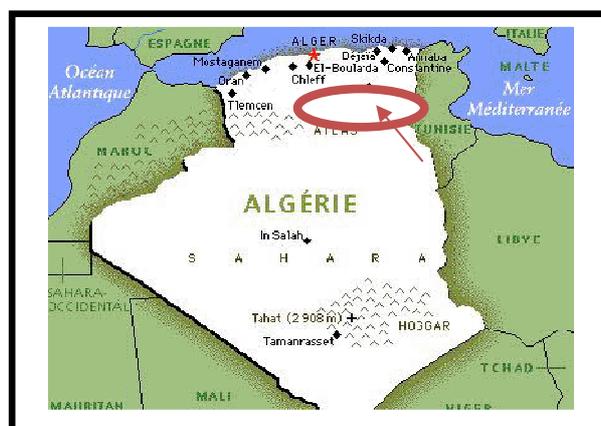


Figure 8 : Les régions d'enquête : Biskra et El Oued.

II.2. Informations recueillis auprès des phoeniciculteurs :

Des informations sur l'utilisation des SPPD ont été obtenues auprès d'un groupe représentatif de phoeniciculteurs des 2 wilayat soit :

- ✓ 10 à Biskra dont 6 à Tolga et 4 à Foughala.
- ✓ 10 à El-Oued.

Les informations obtenues sont synthétisées dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Importance des SPPD et leur utilisation.

Synthèse des questions	Réponses obtenues
Nombre de palmiers par exploitation	Une moyenne de 100-150 arbre / exploitation.
Sous produits du palmier dattier.	- Deux types de rebuts de dattes : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dattes pourries à maturité complète affectées après forte chute de pluies ou Mekhmouja. ➤ Dattes déshydratées "Hchef"+ dattes non fécondées "Sich". - Pédicelles ou "Aradjen". - Palmes sèches ou " Jerid yebees".
Date et lieu de prélèvement	Après la récolte des dattes (Octobre-Novembre2008).
Méthode de conservation	Il n'existe pas de méthode spécifique de conservation, le seul moyen utilisé c'est de laisser les SPPD dans les palmeraies puis les mettre en tas soit vendus ou laissés chez les phoeniciculteurs possédants du cheptel.
Destination des SPPD	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour les phoeniciculteurs qui ne possèdent pas d'élevage: au nombre de 13(soit 65% du total enquêté) ces SPPD sont vendus ou cédés. ➤ Pour ceux possédant des élevages au nombre de 7(soit 35%): ces SPPD sont destinés aux ovins, camelins et caprins.

Ration	En fonction des quantités disponibles et selon les années de bonne ou mauvaise production.
Composition	Généralement les rebuts de dattes sont donnés avec des palmes coupées en petits morceaux et des pédicelles ou avec du foin, de la paille et du concentré.
Estimation de la quantité	Selon la saisonnalité de leur disponibilité.
Acceptabilité et appétibilité	Elevée pour les rebuts de dattes. Moyenne voire faible pour les palmes sèches. Très faible pour les Pédicelles.
Avantages	Ces SPPD sont économiques.
Inconvénients	➤ Risque de météorisation en cas d'utilisation de mélange de rebuts de dattes et du concentré. ➤ La Saisonnalité de leur disponibilité.

II.3. Informations recueillis auprès de la ferme pilote Dhaouia :

Les sous produits du palmier dattier font l'objet d'une transformation au niveau de la ferme pilote Dhaouia à El-Oued.

Des informations relatives à la transformation des sous produits du palmier dattier nous ont été données par le directeur de cette ferme (Tableau10).

Tableau10: Synthèse des informations recueillies au niveau de la ferme pilote Dhaouia d'El-Oued.

Synthèse des questions	Réponses obtenues
Nature des SPPD réceptionnés	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rebutts de dattes. ➤ Palmes sèches. ➤ Pédicelles et périanthes. ➤ Balah.
Période de réception	Décembre- Janvier de chaque année et après récolte finale des dattes auprès des phoeniculteurs.
Provenance	Phoeniculteurs des wilayat limitrophes (El-Oued, Biskra, Ouargla...).
Types de mélanges	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aliment 01: mélange de dattes et noyaux broyés. ➤ Aliment 02: mélange de: pédicelles, palmes, périanthes et balah (datte immature très riche en eau).
Nature des acheteurs	Eleveurs de la région d'El-Oued et des autres wilayat environnantes.
Destination (animaux)	Surtout pour les ovins, les caprins et les camelins.
Période d'utilisation par le cheptel	Aliment de secours durant l'hiver, ainsi que durant les années particulièrement sèches.
Appétibilité et acceptabilité	Les mélanges broyés (rebutts, noyaux/ palmes, pédicelles) sont bien acceptés et tolérés par les animaux bien qu'ils soient à l'état brut.
Quantités des SPPD réceptionnées par la ferme pilote	80 tonnes de sous produits du palmier dattier chaque année.
Quantités transformées par la ferme pilote	80 tonnes de SPPD/ saison.
Prix d'achat auprès des phoeniculteurs	800- 1200 DA/tonne.
Prix de vente aux éleveurs	1600 – 1800 DA / tone.

II.4. Aliments étudiés :

II.4.1. Échantillons ramenés de Biskra et d'El-Oued : en Décembre 2008 (Figure 9).

- Origine : phoeniculteurs.
- Variété utilisée : DEGLET –NOUR.
- Les rebuts de dattes (1 kg constitué de 500g de hchef+500 g de dattes pourries).
- Les palmes sèches (200g).
- Les pédicelles (200g).



Figure 9 : Echantillons de Biskra et El-Oued.

II.4.2. Echantillons ramenés d'El -Oued : en Janvier 2009

- Origine : ferme pilote (Dhaouia).
- Variété utilisée : DEGLET – NOUR.
- Un mélange de dattes et noyaux broyés (200g).
- Un Mélange de palmes + pédicelles+balah + pédoncules (200 g).

II.5.Lieu et durée de l'expérimentation :

Les échantillons étudiés ont fait l'objet d'analyse fourragère au laboratoire des analyses alimentaires à l'ENSV d'El-Harrach et de L'ITELV de BABA ALI et ce durant la période de Février 2009 à Juin 2009 et au fur et à mesure de leurs disponibilités et pour la digestibilité à la PEPSINE-CELLULASE à partir de Novembre 2009.

II.6.Méthodes d'analyses :

II.6.1. Composition chimique :

- ❖ Avant d'effectuer les analyses, les échantillons sont finement broyés et conservés dans des flacons hermétiquement fermés nettoyés et séchés au préalable. les résultats sont rapportés par rapport à 100g de matière sèche (%MS).

II.6.1.1. Détermination de la matière sèche(MS) :

a. Principe :

Lorsque l'échantillon est placé dans une étuve maintenue à 105°C jusqu'à poids constant, toute l'eau s'évapore et le résidu s'appelle la matière sèche.

b. Méthode :

Pour déterminer le taux de la MS, 2grammes d'échantillon sont pesés dans un creuset en porcelaine, placés dans une étuve réglée à 105°C pendant 24h puis sortis de l'étuve et transportés soigneusement en évitant toute source d'humidité vers le dessiccateur pour avoir un poids constant.

c. Formule :

$$\text{Teneur en MS \%} = (Y/X) \times 100$$

Y: Poids de l'échantillon après dessiccation. **X** : Poids de l'échantillon humide.

II.6.1.2. Détermination de la matière minérale(MM) :

a. Principe :

Lorsqu'un échantillon est soumis à une incinération à 550°C la matière organique est consommée et la matière résiduelle est minérale.

b. Méthode :

Incinération de la matière organique (1gd'échantillon) dans un four à moufle à une température de 550°C pendant 4h.

d. Formule :

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

A : Poids des cendres. **B** : Poids de l'échantillon sec (en %).

MS : Teneur en matière sèche en %.

II.6.1.3. Détermination de la matière grasse (MG):

a. Principe :

Le solvant organique est très peu polaire, il extrait les triglycérides et les acides gras libres à chaînes longues.

b. Méthode :

L'extraction est faite dans un extracteur Soxhlet (de type Gerhardt) pendant 6 heures. Le ballon plus le résidu sont placés dans l'étuve à 102°C pendant 3 heures.

c. Formule :

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

A : Poids du ballon + résidu après étuve de 02 heures. **B** : Poids du ballon vide.

C : Poids de la prise de l'essai.

II.6.1.4. Détermination de la cellulose brute(CB) :

a. Principe :

La teneur en cellulose brute d'un aliment est le résidu insoluble après traitement par un acide puis par une base.

b. Méthode :

La teneur en CB est déterminée par la méthode de WEENDE Les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin. Par la suite, ils subsistent une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicellulose ainsi qu'une petite quantité de matières minérales insolubles.

c. Formule :

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

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation. **B** : Poids du creuset + résidu après incinération.

C : Poids de l'échantillon de départ.

II.6.1.5. Détermination de la Matière azotée totale (MAT) :

a. Principe :

- ❖ Minéralisation du produit pour transformer la substance organique en minérale (Sulfate d'ammonium).
- ❖ La décomposition du sulfate d'ammonium par la soude et la formation d'ammoniac qui est dosé après l'avoir reçu dans de l'acide borique.

b. Méthode :

L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldahl. Le produit est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur : l'azote (N) organique est transformé en azote ammoniacal par lessive de soude puis dosé après l'avoir reçu dans de l'acide borique (indicateur).

c. Formule :

$$\text{Teneur en MAT (\% MS)} = N \times 6,25$$

N = g d'azote.

II.6.1.6. Détermination de la teneur en constituants pariétaux :

a. Principe :

Les méthodes d'analyses des fibres sont basées sur des traitements chimiques successifs de l'échantillon afin de solubiliser les composants non fibreux et à la fin l'obtention d'un résidu qui détermine la teneur en fibre.

b. Méthode :

- **ADF :**
 - Peser le creuset vide puis peser d' 1g d'échantillon que l'on place dans un creuset, le tout est placé sur un fibertec.
 - Introduction de 100 ml d'ADS (acid détergent solution) et 1ml de N-ectanol (antimousse).

- Porter à ébullition pendant une heure.
- Filtration et rinçage 6 fois à l'eau distillée à 90°C.
- Rinçage à l'acétone sur une fiole vide en remettant les particules en suspension à la spatule.
- Séchage à l'étuve à 103°C durant 16h.
- Placer dans le dessiccateur et peser après refroidissement.

- **ADL :**

- Peser les creusets ADF et les placer dans un cristalliseur, l'ADF est recouvert avec l'acide sulfurique 72%.
- Laisser imprégner dans la solution pendant environ 10 minutes.
- Mettre les particules en suspension à l'aide d'un agitateur en verre.
- Laisser agir durant une heure à température ambiante.
- L'opération est répétée toute les heures durant 3 heures.
- Le résidu ADL, est filtré sur une fiole à vide, puis neutralisé à l'eau distillé .chaude avec une vérification au papier PH.

- **NDF :**

- Solubilisation à PH 7 des protéines par le Lauryl sulfate de sodium et des substances pectique par l'EDTA.
- Traitement de l'échantillon au détergent neutre par ébullition pendant une heure ce qui permet de solubiliser les polymères de glucose non cellulosiques.
- Le résidu NDF est récupéré par filtration sur creuset en verre fritté de porosité préalablement taré, il est ensuite rincé à l'eau chaude plusieurs fois puis rincé une fois à l'acétone et mis à sécher à l'étuve durant une nuit à 103°C.

II.6.2. Digestibilité :

La méthode proposée c'est la digestibilité à la pepsine-cellulase qui comporte deux étapes :

Un prétraitement de 24 heures au bain-marie à 40° avec 0.2 % de pepsine dans l'acide chlorhydrique 1N permet une attaque plus facile par la cellulase. On utilise 50 ml de solution pepsine HCL pour 500 mg d'échantillon broyé.

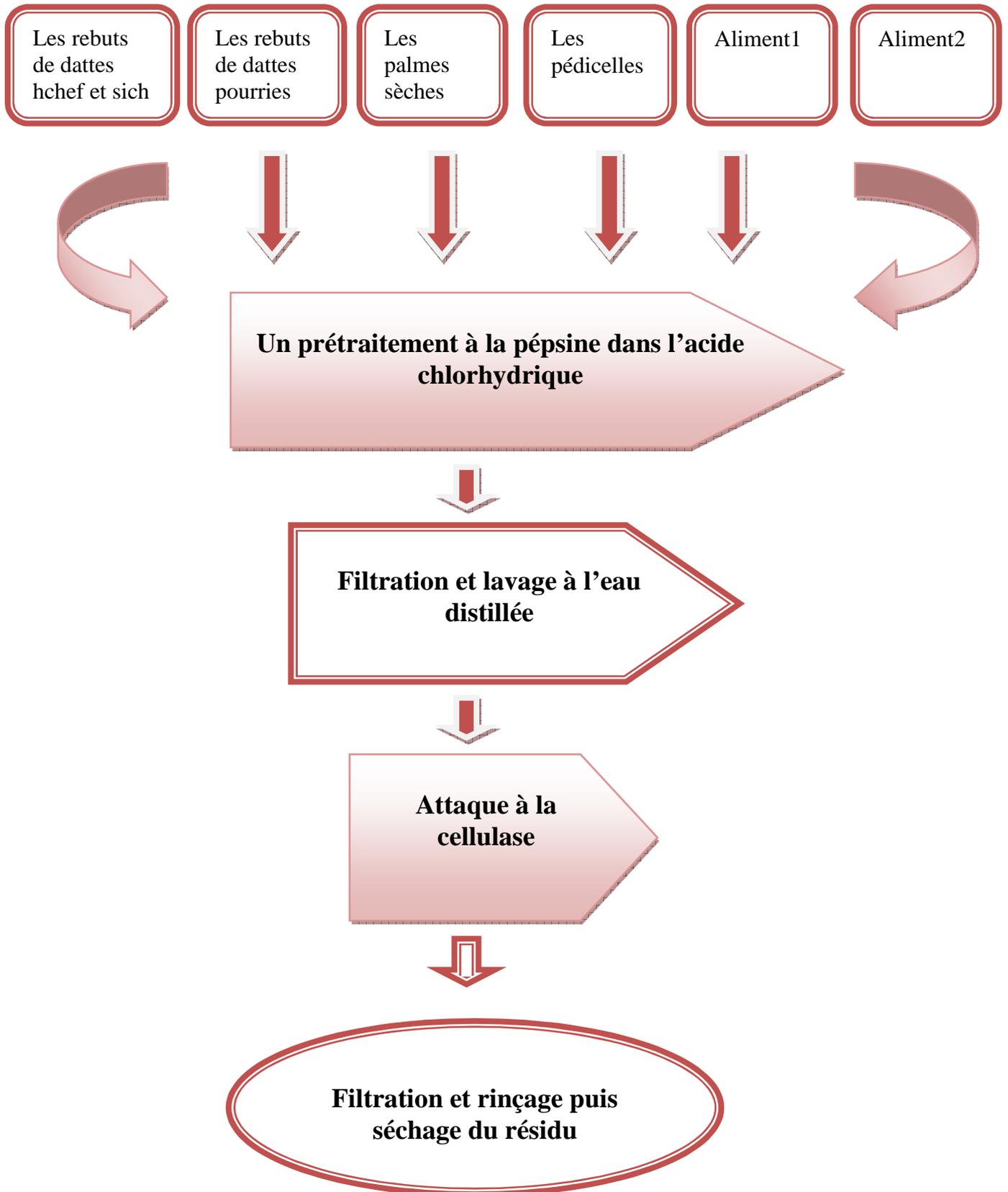
Après filtration et lavage à l'eau distillée, l'attaque par une solution cellulasique s'effectue dans 50 ml de tampon acétate de sodium 0.05M, à PH de 4.6 pendant 24 heures au bain- marie à 40°.

La préparation cellulasique choisie est extraite de *trichoderma viride* : cellulase Onzuka R 10 ; elle est employée à raison de 100 mg/100 ml de tampon.

Après filtration et rinçage, le résidu est séché à l'étuve à 130° pendant 48 heures puis pesé.

Le résidu représente l'indigestible à la pepsine-cellulase et nous appelons digestibilité par la pepsine-cellulase le pourcentage de matière sèche solubilisé par l'ensemble des deux traitements.

Les différentes étapes de la digestibilité ont été regroupées sur le schéma suivant :



II.6.3. Calcul de la valeur énergétique et azotée des SPPD :

- **La valeur énergétique** : a été calculée à partir du système de l'énergie nette élaborée par l'INRA en France (Vermorel, 1987) :

$$\text{UFL/kg MS} = \frac{\text{énergie nette(EN)}}{1700}$$

$$\text{UFV/kg MS} = \frac{\text{énergie nette(EN)}}{1820}$$

$$\text{EN} = \text{EB} \times \text{dE} \times \frac{\text{l'énergie métabolisable(EM)}}{\text{l'énergie digestible(ED)}}$$

$$\text{dE} = \text{DMO} - 3.5 + 0.0046 \text{ MAT} + 0.0155 \text{ MG.}$$

$$\text{L'énergie brute(EB)} = 5.72 \text{ MAT} + 9.5 \text{ MG} + 4.79 \text{ CB} + 4.17 \text{ ENA}$$

$$\text{EM/ED} = 0.8417 - 0.000099 \text{ CB} - 0.000196 \text{ MAT} + 0.0221 \text{ NA}$$

$$\text{NA} = 1.2.$$

- **La valeur azotée :** a été calculée par le système PDI (Verite et al,1987) repose sur l'estimation de l'azote alimentaire non dégradé et de l'azote microbien qui rentre dans l'intestin grêle.il évalue les aliments et les besoins des animaux en termes d'acides aminés réellement absorbés dans l'intestin grêle à l'exception de ceux d'origine endogène.

Ce système repose sur l'estimation de deux fractions alimentaires :

- a. Les protéines alimentaires réellement digestibles dans l'intestin grêle (PDIA) qui proviennent des protéines alimentaires qui n'ont pas été dégradées dans le rumen.
- b. Les protéines alimentaires réellement digestibles dans l'intestin d'origine microbienne (PDIM) caractérisée par deux valeurs :
 - Celle qui est permise par l'énergie fermentescible dans le rumen (PDIME).
 - Celle qui est permise par l'azote disponible (PDIMN).

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

$$PDIA \text{ (g/kg MS)} = 1.11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr$$

$$dr = 0.7$$

$$PDIMN \text{ (g/kg MS)} = 0.64 \times MAT \times (DT - 0.1)$$

$$DT = 0.6$$

$$\text{PDIME (g/kg MS)} = 0.093 \times \text{MOF}$$

$$\text{MOF} = \text{DMO} - \text{MG} - \text{MAND.}$$

$$\text{MAND} = \text{MAT} (1 - \text{DT}).$$

II.6.4. Analyse statistique:

Les résultats des différentes analyses (composition chimique et digestibilité) ont été traités par le logiciel STAT BOX(Annexe3).

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion :

Dans cette étude, nous présenterons les principales composantes chimiques de l'analyse fourragère ainsi que la digestibilité des sous produits du palmier dattier pour définir leur valeur nutritive.

III.1. Composition chimique :

L'analyse de la composition chimique de six types de sous produits du palmier dattier est présentée dans le tableau 11.

Tableau 11: Composition chimique de SPPD.

	% de MS									
	MS%	MO	MM	MG	M.A.T	C.B	N.D.F	A.D.F	ADL	HCOSE
Rebuts de dattes (hchef et sich)	89.91 ±0,50	95.86 ±0,13	4.14 ±0,25	2.83 ±0,02	5.61 ±0,40	9.29 ±0,76	24.05 ±0,97	15.83 ±0,69	6.54 ±0,13	8.22 ±0,12
Rebuts de dattes pourries	81.81 ±0,36	95.63 ±1,01	4.37 ±0,05	3.13 ±0,03	2.43 ±0,35	10.98 ±1,19	20.43 ±0,97	13.72 ±1,53	2.74 ±0,34	6.71 ±0,08
Palmes sèches	93.2 ±0,45	85.95 ±0,06	14.05 ±3,13	0.03 ±0,02	4.68 ±0,27	30.15 ±1,80	86.12 ±2,43	59.63 ±0,94	29.48 ±0,03	26.49 ±2,19
Pédicelles	88.58 ±1,31	92.14 ±0,18	7.86 ±0,02	2.10 ±0,04	3.81 ±0,33	32.01 ±0,48	73.93 ±0,82	44.26 ±0,28	12.25 ±0,64	29.67 ±0,63
Aliment 1	90.5 ±2,58	94.33 ±0,05	5.67 ±0,01	3.39 ±0,04	3.009 ±0,19	10.46 ±2,02	15.37 ±0,32	15.06 ±0,92	4.6 ±1,28	0.31 ±0,01
Aliment 2	85.25 ±0,31	94.7 ±0,78	5.3 ±0,04	3.40 ±0,06	4.62 ±0,11	17.00 ±1,1	37.02 ±0,51	19.54 ±2,11	2.54 ±0,40	17.48 ±1,43

A la lumière des résultats de la composition chimique des sous produits du palmier dattier (SPPD), rapportés dans le tableau ci-dessus, nous pouvons dire :

III.1.1. La teneur en matière sèche (MS) :

Le taux de MS des échantillons analysés a varié de 81.81% à 93.2 %. En général, pour la matière sèche nos résultats conforment à la bibliographie (Tableaux 3,4 et 5).

III.1.2. La teneur en matière minérale(MM) :

Le taux de matière minérale des sous produits du palmier dattier a varié de 4.14% pour les rebuts de dattes (hchef et sich) à 14.05% pour les palmes sèches.

III.1.3. La teneur en matière grasse(MG) :

La teneur moyenne en MG de tous les sous produits étudiés dépasse les 3% ceci correspond à la moyenne des aliments utilisés en alimentation animale par contre, les palmes sèches possèdent très peu de MG.

III.1.4. La teneur en matière azotée totale(MAT) :

Les teneurs en MAT varient de 5.61% à 2.43%. Ces teneurs sont équivalents à la teneur en azote d'un mauvais foin.

Pour Les rebuts de dattes (hchef et sich) :

Nos résultats sont semblables à ceux trouvés par BELBEY(1994) 4.14% ; REHRAH (1996) et DJERROUDI(1991) ont trouvés des résultats un peu plus élevés (7%) (Tableau 3). Cette variabilité constatée, peut toujours être liée à la diversité variétale et aux conditions d'expérimentation.

Pour les pédicelles :

Nos valeurs moyennes de 3.21% de MS se rapprochent de celles obtenues par CHEHMA (3.93% de MS) (Tableau 4).

Pour les palmes sèches :

Nos résultats moyens (4.68% de MS) sont aussi proches de ceux obtenus par SEDDI, 1993 (4.89% de MS), supérieurs à ceux trouvés par CHEHMA, 1998 (3.90% de MS) et inférieurs à ceux obtenus par BOUAL, 1992 (5.10% de MS) (Tableau 5).

La teneur en azote des palmes sèches est faible car leur tissu est riche en glucides et en lignine.

Les produits et les sous produits du palmier dattier sont des aliments énergétiques riches en glucides solubles (notamment les rebuts de dattes), leurs teneurs en MAT sont faibles et nécessitent une complémentation azotée afin de satisfaire les besoins des ruminants.

III.1.5. La cellulose brute(CB):

La teneur en CB des sous produits du palmier dattier varie de 9.29% à 32.01%.

Les rebuts de dattes (hchef et sich) :

Ils ont une teneur de 9.29% en cellulose brute, cette valeur se rapproche à celles obtenues par CHENNAFI(1991) et CHEHMA(1998) (Tableau 3).

Les palmes et les pédicelles :

Les valeurs de nos échantillons analysés sont proches de celles rapportées par les différents auteurs allant de 27.17 à 36.55% de MS pour les pédicelles, et de 28.19 à 30.70% de MS pour les palmes sèches (Tableaux 4,5).

Les palmes et les pédicelles ont les teneurs les plus élevés parmi les sous produits du palmier dattier et présentent une moyenne de 31% qui correspond au double de celle des deux(02) mélanges (aliment1et2) (16% de MS) et au triple des rebuts (10% de MS).

III.1.6. Les parois de VAN-SOEST :

La teneur en parois des deux catégories des rebuts de dattes les classe en aliments pauvres en paroi totale avec une valeur de NDF de 24.05% de MS pour le type hchef et sich et 20.43% pour les rebuts de dattes pourries. Des résultats identiques ont été rapportés par CHEHMA (24.39% de MS) (Tableau 3).

Les rebuts de dattes sont des aliments riches en sucres solubles ayants une bonne digestibilité car leurs teneurs en NDF sont faibles.

Les palmes sèches et les pédicelles : sont les plus riches en parois totales (plus de 74% de NDF) ce qui explique leur taux élevé en CB et ADF ; donc ils ont une valeur nutritive plus faible.

Ces fortes teneurs en NDF rappellent celles des fourrages et plus spécialement des pailles de céréales dont les valeurs NDF sont de 85,40% (Chabaca et al, 2000).

L'aliment 1 (dattes et noyaux broyés) se caractérise par une teneur en NDF moins élevée (15.37% de MS) que l'aliment 2 à base de palmes sèches et de pédicelle (47.02% de MS).

La teneur en ADF et en ADL des SPPD reflètent celles de la CB et du NDF et vont dans le même sens, c'est-à-dire : les teneurs sont plus élevées dans les palmes et les pédicelles que dans les rebuts et les mélanges.

D'une façon générale, on constate que les 6 sous produits présentent une composition pariétale variable, toujours liée à la consistance physique qui est fonction de la partie phréologique qu'occupe chaque aliment à savoir : feuille, chaume, tige, fruit,...

III.2. Digestibilité :

Les valeurs moyennes de la digestibilité de la matière organique des différents SPPD obtenues par la méthode enzymatique à la pepsine cellulase sont rapportées dans le tableau 12.

Tableau 12 : Digestibilité des SPPD (n=10).

Aliment	Digestibilité (%MO)
Rebuts de dattes (hchef et sich)	74.3 ±2,28
Rebuts de dattes pourries	75±1,8
Palmes sèches	42.6±2,07
Pédicelles	52.1 ±2,63
Aliment 1	74.1 ±3,2
Aliment 2	68,5 ±3,2

Les aliments qui ont une faible teneur en parois ligno- cellulosiques présentent des digestibilités élevées, par contre ceux qui ont des teneurs élevées en parois leurs digestibilités sont faibles (tableau 12 et 13); donc il y a une forte corrélation négative entre la digestibilité d'un aliment et sa teneur en parois (NDF, ADF,...).

La digestibilité de la matière organique dépend essentiellement de la digestibilité des constituants pariétaux, du fait que les constituants cytoplasmiques ont une digestibilité totale (sucres) ou très élevée (protéines et lipides).

Très peu de données relatives à la digestibilité de la MO sont rapportées par la bibliographie. Seuls quelques résultats relatifs aux CUDa des rebuts de dattes et des pédicelles ont été donnés par quelques auteurs et qui sont proches de nos valeurs (voir tableaux 7 et 8 de la partie bibliographique).

D'une façon générale, les valeurs de la DMO de nos échantillons sont nettement significatives et se répartissent en deux catégories :

- **Catégorie 1** : les rebuts de dattes (hchef et sich), les dattes pourries, l'aliment 1 (mélange de dattes et noyaux broyés) et l'aliment 2 (pédicelles, palmes, périanthes et balah) ont les digestibilités les plus élevées (74.3% et 68.5%) car ils sont pauvres en parois cellulaires.
- **Catégorie 2** : Les palmes sèches et les pédicelles ont des valeurs de digestibilité moins élevées que celles de la catégorie 1 soit : 42.6% et 52.1% ceci est lié à leurs fortes teneurs en constituants pariétaux (CB, NDF, ADF et ADL).

La digestibilité est fortement liée à la teneur en constituants pariétaux à savoir CB, NDF, ADF, ADL, du fait que c'est la teneur en indigestible pariétal qui détermine l'indigestibilité de la matière organique des aliments étudiés.

Des équations de régression ont été établies (Annexe 4) ; elles sont hautement significatives et on peut les utiliser pour déterminer la digestibilité des SPPD dans un plan de rationnement des animaux.

A partir de la composition chimique (NDF, ADF, CB...) facile à analyser, on peut déterminer la digestibilité des SPPD.

III .3.Valeur énergétique et azotée :

Nos résultats des valeurs énergétiques et azotées des SPPD sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Valeur énergétique des SPPD.

Aliment	Valeur énergétique(/kg MS)		Valeur azotées (g/kg MS)	
	UFL	UFV	PDIE	PDIN
Rebuts de dattes	0.65	0.61	52,37	17,18
Dattes pourries	0.64	0.59	44,79	7,44
Palmes sèches	0.42	0.40	52,14	22,93
Pédicelles	0.40	0.38	39,34	18,66
Aliment1	0.63	0.59	42,53	9,21
Aliment2	0.69	0.64	39,98	14,14

- Les rebuts de dattes (hchef et sich), les dattes pourries et les deux mélanges sont énergétiques au vu de leurs valeurs en :
UFL : 0.64 à 0.69.
- Les palmes sèches et les pédicelles ont des valeurs énergétiques très faibles équivalentes à celle de la paille : UFL : 0.40 et 0,42.

Les valeurs PDIN des SPPD sont faibles varient de 7.44 à 22.93 et sont trop déséquilibrées par rapport aux valeurs PDIE (de 39,34 à 52,37).

A fin de mieux valorisé les SPPD, notamment les rebuts et les deux mélanges, il est nécessaire de les compléter avec une source d'azote rapidement dégradable comme l'urée (quantité contrôlée à cause de la toxicité) ou un fourrage vert (légumineuse) a fin qu'ils puissent atteindre leur valeur azotée potentielle (PDIN= PDIE) .

A la lumière de tous les résultats (composition chimique, digestibilité et valeur nutritive) on peut conclure que :

Parmi ces sous produits, les rebuts de dattes sont les plus intéressants et peuvent être incorporés dans la ration des bovins. Ils sont digestibles, riches en énergie et très pauvres en azote et en fibres. Ils doivent être correctement complétés avec par exemple des légumineuses en grain (pois, féveroles..) ou tourteaux (soja), ainsi qu'un apport suffisant en fibres digestible au niveau de la ration de base. Par contre les palmes sèches et pédicelles sont peu digestibles, trop riches en fibres indigestibles notamment en lignine, ils peuvent remplacer la paille comme aliment de lest.

III.4. Intégration des SPPD dans l'alimentation des bovins :

La ration animale est généralement constituée par des mélanges de céréales et d'aliments riches en protéines comme le tourteau de soja, associés à des fourrages frais ou sec et le tableau ci-dessous représente le prix d'un concentré et des SPPD.

Tableau 14 : Le prix du concentré et des SPPD.

Aliment	Prix	Composition	Valeur énergétique		Valeur azotée	
			UFL	UFV	PDIN	PDIE
Concentré	3500 DA /quintal à raison de 29.16 DA/UFL 10 DA/100g PDIN	Mais+ tourteaux de soja +Carbonate de Ca+Phosphate+huile végétal+poly vitamins.	1.2	1.19	360	253
SPPD transformés	1600-1800 DA /quintal à raison de 25.39 DA/UFL	-Dattes et noyaux broyés.	0,63	0,59	42,53	9,21
	37 à 40 DA/100g PDIN	-Palmes, pédicelles, balah et périnthés.	0,69	0,64	39,98	14,14
SPPD à l'état brut	800-1200 DA /quintal 12 à 20 DA /UFL 15à20 DA/100g PDIN	-Rebuts de dattes.	0.65	0.61	52,37	17,18
		-Dattes.	0.64	0.59	44,79	7,44
		- Palmes.	0.42	0.40	52,14	22,93
		-Pédicelles.	0.40	0.38	39,34	18,66

Vue le prix de l'UFL, les SPPD transformés ou à l'état brut (les rebuts de dattes et les dattes pourries) complétés par l'azote, peuvent constituer un produit assez intéressant en alimentation du bétail en zones arides et semi-arides du pays ; les palmes sèches et les pédicelles de dattes à l'état brut peuvent utiliser comme un aliment de lest.

L'intégration de SPPD dans l'alimentation du cheptel en général et bovin en particulier dans les zones arides et semi arides permet d'une part leur utilisation dans un plan

de rationnement par les éleveurs de la région, l'intérêt qu'ils présentent c'est l'apport non négligeable d'aliment en quantité assez suffisante dans ces régions.

III.4.1. Proposition de ration à base d'un SPPD : incorporation des rebuts de dattes dans un concentré de production :

Les rebuts de dattes étant pauvres en fibres, mais riches en sucres solubles ne peuvent pas se substituer aux fourrages. Mais peuvent être utilisés dans une ration complémentaire.

Ce concentré de production est composé de rebuts de dattes, d'orge et de tourteau de soja ; le tableau 15 montre la composition chimique des trois ingrédients de la ration.

- Les rebuts de dattes sont riches en sucres solubles rapidement dégradés dans le rumen.
- L'orge est riche en amidon, donc en acide propionique précurseur de la production laitière (disponible en Algérie). L'orge peu remplacer le maïs importé.
- Le tourteau de soja source importante d'azote et d'acides aminés est indispensable.

Tableau 15 : La composition chimique des trois ingrédients de la ration (pour l'orge et les tourteaux de soja : Tables INRA 2007).

	UFL	PDIN	PDIE
Rebuts de dattes	0,65	52,4	17,2
Orge*	0,96	69	87
Tourteau de soja*	1,03	326	174

Afin de déterminer la proportion des différents ingrédients dans le concentré, on a utilisé la méthode de « la croix des mélanges ».

Le rapport PDI/UF pour un aliment équilibré est égal à 160, comme on dispose de 3 aliments, on a commencé par mélanger les deux aliments riches en énergie (orge et rebuts de dattes) pour obtenir un aliment équilibré pour l'énergie et l'azote :

- ❖ Pourcentage d'orge : 60,27%.
- ❖ Pourcentage de rebuts : 39,93%.

La valeur nutritive du mélange est calculée comme suit :

- Pour l'énergie :

UFL : orge : $60,27\% \times 0,96 = 0,58$ UFL.

UFL : rebuts de dattes : $39,93 \times 0,65 = 0,26$ UFL.

Total pour le mélange : $0,26 + 0,58 = 0,84$ UFL.

- Pour l'azote :

PDIN : orge : $60,27\% \times 69 = 41,6$ g PDIN.

PDIN : rebuts de dattes : $39,93\% \times 52,4 = 20,91$ g PDIN.

Total pour le mélange : $41,6 + 20,91 = 62,49$ g PDIN.

PDIE : orge : $60,27 \times 69 = 41,6$ g PDIE.

PDIE : rebuts de dattes : $39,93 \times 17,2 = 6,86$ g PDIE.

Total pour le mélange: $41,6+6,86= 48,46$ g PDIE.

On complète le mélange avec le tourteau de soja, on utilisant la croix des mélanges on trouve :

- ❖ Pourcentage du mélange : 64,4%.
- ❖ Pourcentage de tourteau de soja : 35,6%.

➤ Soit pour l'énergie :

UFL : mélange : $64,4 \times 0,84 = 0,54$ UFL.

UFL : tourteau de soja : $35,6 \times 1,03 = 0,36$ UFL.

Total UFL : $0,54 + 0,36 = 0,9$ UFL

➤ Pour l'azote :

PDIN : mélange : $64,4 \times 62,5 = 40,25$ g PDIN.

PDIN : tourteau de soja : $326 \times 35,6 = 116,05$ g PDIN.

Total PDIN : $40,25 + 116,05 = 156,3$ g PDIN.

PDIE : mélange : $64,4 \times 48,46 = 34,30$ g PDIE.

PDIE : tourteau de soja : $35,6 \times 174 = 61,94$ g PDIE.

Total PDIE : $34,30 + 61,94 = 96,24$ g PDIE.

La composition du concentré pour vache laitière à base de rebuts de dattes, orge et tourteau de soja est comme suit (Tableau 16) :

Tableau 16 : Composition chimique du concentré proposé.

UFL	PDIN	PDIE
0,9	156	100

Conclusion

Ce travail nous a permis de mettre en évidence l'intérêt des sous produits du palmier dattier dans l'alimentation animale, notamment dans les régions arides et semi arides du pays où le déficit en fourrages est plus important.

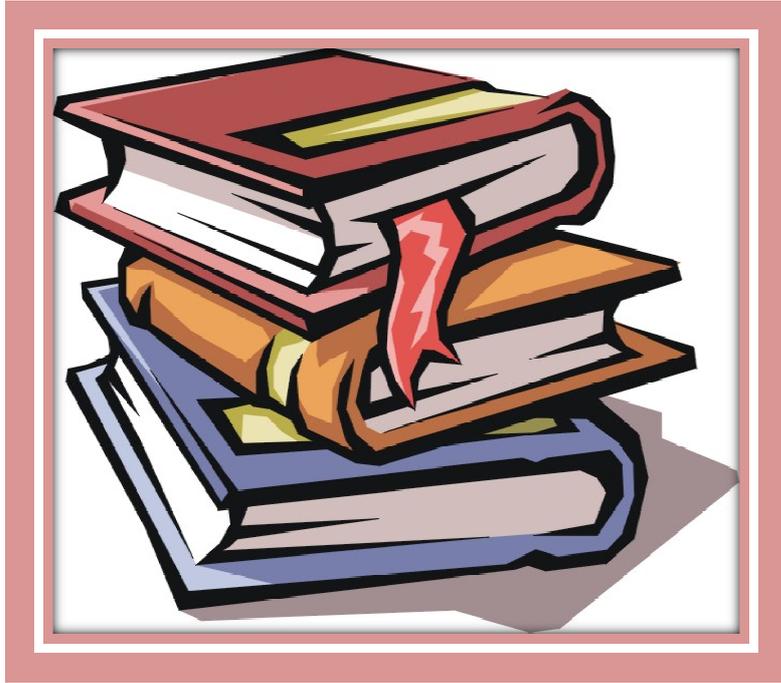
La digestibilité des sous produits du palmier dattier a été déterminée par la méthode enzymatique à la pepsine cellulase (Aufrère, 1982) et des équations de prévisions de cette digestibilité ont été établies à partir de la composition chimique, afin de calculer leurs valeurs nutritives.

Parmi ces sous produits, les rebuts de dattes sont les plus intéressants. Ils sont riches en sucres solubles très digestibles d'où des apports en énergie importants pour l'animal. Par contre ils sont très pauvres en azote et en fibres. Ils doivent être correctement complétés avec par exemple des légumineuses en grain (pois, féveroles..) ou tourteaux (soja), ainsi qu'un apport suffisant en fibres digestibles au niveau de la ration de base. Par contre les palmes sèches et les pédicelles sont peu digestibles, trop riches en fibres indigestibles notamment en lignine, ils peuvent remplacer la paille comme aliment de lest. Un traitement à l'urée peut les rendre plus intéressants.

L'aliment 1 fait d'un mélange de dattes et noyaux broyés et l'aliment 2 fait d'un mélange de palmes sèches, de pédicelles et de rebuts de dattes, présentent une bonne digestibilité. Ils valorisent aussi les sous produits les moins digestibles (palmes et pédicelles). Ces aliments peuvent être améliorés si en connaît la proportion de chaque ingrédient du mélange.

Nous avons fini ce travail, par la proposition d'un concentré pour bovins dans lequel nous avons substitué les tourteaux de soja importés par un mélange de rebut de dattes, orge et son gros, moins cher.

Les sous produits du palmier dattier conviennent parfaitement aussi pour l'engraissement (tous les ruminants) car ils sont riches en énergie.



Références bibliographiques

A

- Arrigo Y., 2001.** Valeur nutritive des plantes de prairies. Actualisation R.A.P .31 octobre.1.cours S.R.V.A n° 906. Station fédérale de recherche en production animale.
- Aufrère J., 1982.** Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Annales Zootechnie .31.pp 111-130).
- Aufrère J., Michalet-Doreau B., 1983.** In vivo digestibility and prediction of digestibility of some by-products. In: Feeding values of by-products and their use by beef cattle, EEC Seminar. Gontrode, Septembre 1983, pp 27-29.

B

- Bailey R.W., Ulyatt M., 1970.** Pasture quality and ruminant nutrition II, in, carbohydrates and lignin composition of detergent extracted residues from pastures grass and legumes, N.Z; J. Agri. Res, n° 13, 1970, pp 591-604.
- Bailey R.W., 1973.** Structural carbohydrates ; in ; chemistry and biochemistry of herbages. Ed Buttler G.W et Baily R.W.Academic press, volume 1, 1973, pp 207-211.
- Barnes R.F., 1969.** Collaborative research with the two stage in vitro rumen fermentation technique, Proc. Nat. Conf; on forage quality ; evaluation utilization, Nebraska, Paper, n° 25, 1969.
- Bartiaux-Thill N., Fabry J., Briston R., Boukharta M., 1980.** Estimation in vitro de la digestibilité de l'herbe de prairie permanente par la cellulase;correlation avec la digestibilité in vivo ou estimée in vitro selon Tilley et Terry .Bull. Rech.Agron, Gembloux, n°4, 1980, pp 297-308.
- Bertrand D., 2002.** La spectroscopie infra rouge et ses applications dans les industries de l'alimentation animale, in, prod anim, INRA. 2002, N°15, vol 3 .pp 209-219.

- Bessas A., 2008.** Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien ; thèse d'ingénieur d'état en biologie ; université de Djilali Liabes, Sidi Bel Abbes, pp 10-11.
- Boutalbi O., 1983.** Contribution à l'étude de la valeur alimentaire des fourrages algériens : relation entre digestibilité in vivo- in vitro et composition chimique ; thèse de magister 1983).
- Brady C.J., 1976.** Plan proteins, their occurrence, quality and distribution ; in rural science ; From plant to animal protein ; Ed Sutherland, 1976.
- Brunel A., Patin S., 1949.** « Hémicelluloses », in, Traité pratique de chimie végétale, Imprimerie Georges Frères, Tourcoing, France, 1949, pp 141-156.

C

- Chabaca R., Larwence A., Paynot M et Tisserand J L 2000.** Effet de diverses conditions de traitement à l'ammoniac d'une paille de blé sur les teneurs en acide p-coumarique et férulique et sur la dégradabilité de l'azote mesurée « in situ ». Annales de zootechnie 49, pp 29-38.
- Chehma A., 1998.** Contribution à l'étude quantitative et valeur alimentaire des sous produits du palmier dattier chez le mouton et le dromadaire en zones arides, thèse de magister en sciences agronomiques, INA, 1998, pp 3-96.
- Chehma A., Longo HF., Siboukeur A., 2000.** Estimation du tonnage et valeur alimentaire des Sous-produits du Palmier Dattier chez les ovins, in, Recherche agronomique. INRA 2000, 7, pp 7-15.
- Chehma A., Benabdelhafid M., Hanani A., 2009.** Essais d'amélioration de la valeur azotée des sous-produits du palmier dattier (pédicelles de dattes et palmes sèches) par traitement à l'ammoniac et à l'urée.
- Colburn M.W., Evans J.L., 1967.** Chemical composition of cell-wall constituents and acid detergent fiber of forages, Dairy Sci, n°50, 1967, pp 1130-1135.

D

- Demarquilly C., Chenost M., 1969.** Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par la méthode des sachets de nylon ; liaison avec la valeur alimentaire. Annales de Zootechnie .18. pp 419-436).
- Demarquilly C., Chenost M., Grenet E., Jarrige R., 1970.** The use of nylon bag technique for the Study of forage digestion in the rumen and for predicting feed value, 6^oème Intern. Grass.Congress, n°69.1970.pp7-701.
- Demarquilly C., 1979.** Valeur nutritive et utilisation des sous produits de la culture de maïs, Bull. Tech. D'information, 1979, pp 411-420.
- Demaquilly C., Grenet E., Andrieu J., 1981.** Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotée des fourrages, in, prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed INRA, Paris 1981, pp 129-154.
- Demarquilly C., Jarrige R., 1981.** Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages ; in ; prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, ED INRA, versaille, 1981, pp 41-59.
- Djerroudi O., 1991.** Composition chimique et digestibilité IN VIVO des rebuts de dattes, thèse ing, 1991, Ouergla, pp 59.
- Donefer E ., al., 1963.** Dry matter disappearance by enzyme and aqueous solution to predict the nutritive valu of forage, Dairy Sci, n°46, 1963, pp 965-970.

G

- Giger S., 1979.** Some aspects of the assessment of plant cell-wall constituents by the VAN-SOEST method,in, Focus, n°5, 1979, pp 6-7.
- Giger S., 1987.** Influence de la composition de l'aliment concentré sur la valeur alimentaire des rations destinés au ruminant laitier; Thèse Docteur Ingénieur ; INA Paris ; 1987.
- Guide économique., 2008.**

H

Haouache S., 2007. Etude comparative de la digestibilité IN VITRO des pédicelles de dattes et la paille de blé traités à l'ammoniac ou à l'urée ; thèse d'ingénieur d'état en agronomie, INA, 2007, pp 5.

Harkin J., 1973. « Lignin », in, chemistry and biochemistry of herbages. Ed Buttler G.W et Baily R.W. Academic press, volume 1, 1973, pp 323-373.

I

INRAT., 1997. Stage d'initiation aux méthodes chimiques et biologiques de détermination de la valeur alimentaire des aliments pour animaux. Laboratoire de nutrition animale. Tunis, Juin 1997, pp 80.

INRA., 2007. Tables de valeur alimentaire.

J

Jarrige R., 1954. Nature et importance des glucides solubles dans les plantes fourragères en croissance, in, conférence européenne des herbages, Paris, 1954, pp 293-298.

Jarrige R., Minson DJ., 1964. Digestibilité des constituants du ray grass anglais S24 et du dactyle S37, plus spécialement des constituants glucidiques. Ann Zootech, n°13.1964, pp117-153.

Jarrige R., Thivend P., 1969. Action d'une cellulase fongique sur les membranes et son intérêt pour prévoir la digestibilité des plantes fourragères, Ann Biol Ann Biochim Biophys, n°9, 1969, pp 1791.

Jarrige R., Thivend P., Demarquilly C., 1970. Development of a cellulolytic enzyme digestion for predicting the nutritive value of forage ; Proc XI. International Grass. Cong, Pradise, Australia, 1970, pp 762-768.

Jarrige R., 1970. Méthodes de prévision de la valeur alimentaire des fourrages ; n° 42 ; 1970, pp 1-20.

Jarrige R., Journet M., Verite R., 1978. « Azote », in, Alimentation des ruminants ; Ed INRA, Paris, 1978, pp 89-128.

Jarrige R., 1980. Chemical methods for predicting the energy and protein value of forages ; Ann.Zootech, série 29, 1980, pp 293-323.

Jarrige R., 1981. Les constituants glucidiques des fourrages : variation digestibilité et dosage ; in ; prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants, ED INRA, versaille, 1981, pp 13-40.

K

Kim J.T., Gillingham C.B., Loadholt C.B., 1967. Difference in composition between Crud fiber and acid detergent fiber ; J.A.O.A. n°50, 1967, pp 340-343.

L

Lindberg J.E., 1985. Estimation of rumen degradability of feeds protein with the in sacco technique and various in vitro methods, Acta Agri. Scand. Suppl. ; n° 25, 1985, pp 64-97.

Littleton J.W., 1973. Proteins and nucleic acids chemistry and biochemistry of herbages;Ed Buttler GW et Baily RW ; Academic press, volume1 ; 1973, pp 63-103.

M

Maatalah M., 2003. Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption ; 2003, pp 1-5.

McLeod M., Minson D.J., 1967. The error in predicting pasture dry matter digestibility from four different methods of analysis for lignin ; J.Br. Grass.Soc, n°26, 1967, pp 251-256.

- Michalet-Doreau., Aufrère J., 1990.** Nouvelles méthodes d'estimation de la valeur alimentaire des fourrages ; Dégradation in sacco, Fourrage, n°122, 1990, pp 189-201.
- Mehrez A.Z., Orskov E.R., 1977.** A Study of the artificial tiber bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen, Agri. Sci ; Camb ; n° 88, 1977, pp 645-650.
- Munier P., 1973.** Le palmier dattier. Tech agr et produc ; Ed, G.P ; Maison Neuve et Parose pp 211.
- Monties B., 1980.** « Les lignines », in, les polymères pariétaux et alimentaires non azotés, Ed Gautier Villars, Paris, 1980, pp 122-155.

N

- Norman A., 1935.** The composition of crude fiber ; J. Agri.Sci ; série 25 ; 1935 ; pp 529-540.
- Nordfeldt S., Svanberg O., Claesson O., 1949.** Study regarding the analysis of crude fiber ; Acta. Agri.Scand ; série 3 ; 1949 ; pp 135-177.

O

- Oldham J.D., 1986.** Testing and impementing the nioderm systems, Uk.Feed evaluation anti protein requirement systems for ruminants; ECE- EAAP, Seminar, Bruxelles, Ed. Jarrige and Alderman, 1986, pp 269-282.

Q

- Quiinten M., 1996.** Diversité et structure génétique des populations algérienne de *Fusaium oxyporum* agent de la *fusariose vasculaire (bayoudh)* du palmier dattier, thèse de doctorat, El Harrach, pp52 .

R

- Rahouma A., 1990.** Stock phoenicicole en Tunisie ; Bulletin du réseau Magrébin de recherche sur la phoeniciculture et la protection du palmier dattier ; 1990 ; Vol 1, n° 3, pp 11-15.
- Riquet A.M., 1979.** Étude des constituants membranaires des produits végétaux destinés à l'alimentation animale ; signification et limites des principales méthodes de dosage, thèse de Doctorat 3 ème cycle, université de Paris 1979.

S

- Sauvant D., 1988.** Composition et analyse des aliments, in, Jarrige.R, alimentation des bovins, ovins et caprins ; Ed INRA, Paris, 1988, pp 305 -313.
- Semsar S., 2007.** Évolution de composition chimique et de la digestibilité en fonction du stade végétatif de quelques fourrages cultivés dans la wilaya de T.O, thèse de magister en sciences agronomique, université de Blida, 2007.
- Statistiques agricoles (1990-2006) :** « Ministère de l'agriculture ».

V

- Van Soest P.J., 1963.** Use of detergent in the analysis of fibrous feeds II, in, A rapid method for the determination of fiber and lignin, J. Ass.Official Agric.Chem, n°46, 1963,829-835.
- Van Soest P., 1967.** Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forage, J. Anim.Sci ; n°26, 1967, pp 119-128.
- Van Soest P.J., Wine R.H., 1967.** Use of detergent in the analysis of fibrous feed, in, Determination of plant cell-wall constituents, J. Ass.Official Analys.Chem, n°50, 1967,50-55.

Van Soest P.J., Wine R.H., 1968. The determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate, J. Ass.Official Agric.Chem, n°51, 1968,780-785.

Y

Yaakoub F., 2006.Evaluation in vitro de la dégradation des principaux fourrages des zones arides thèse de magister en sciences vétérinaire, université de Batna, 2006,30-32.

Annexes

LES ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire des phéoniculteurs (Biskra et El-Oued) :

- Nom et prénom du propriétaire ou exploitant : localisation de la palmeraie (wilayat et commune).
- Superficie de la palmeraie (nombre de palmiers dattiers).
- Quelle est la production moyenne de dattes / palmier ?

Les rebuts de dattes :

- Quelle est la proportion des rebuts de dattes par rapport à la production totale des dattes ?
- Quelles sont les principales Variétés de dattes ?
- Quelles sont les différentes catégories de rebuts de dattes ?
- Quelles sont leurs destinations ?
- Sont-ils utilisés en alimentation du bétail ?
- Si oui, pour quelles espèces d'animaux ?
- Sont-ils bien acceptés ?
- Durant quelle période sont-ils donnés et pourquoi ?

Les palmes sèches :

- Quelle est le nombre moyen de palmes sèches / palmier dattier/an ?
- En quelle période sont-elles taillées et pourquoi ?
- Sont-elles utilisées en alimentation du bétail, pour quelles espèces ?
- En quelle période et pourquoi ?

- Sont-elles bien acceptées ?

Les pédicelles :

- Quel est le nombre moyen de régime/ palmier dattier/ an ?
- Quels sont leurs débouchés ?
- Sont-ils utilisés en alimentation du bétail et pour quelles espèces?
- En quelle période et pourquoi ?
- Sont-ils bien acceptés ?

Annexe 2

: Questionnaire effectué au niveau de la ferme pilote Dhaouia

d'El-Oued :

- Dénomination de l'unité.
- Localisation : wilaya et commune.
- Statut juridique.
- Nature des activités (agricole et autres).
- Quel est l'intérêt suscité dans la transformation des SPPD ?
- Quelle est la période de pointe de leur réception ?
- Quelles est la quantité totale réceptionnée par votre unité (quantité par catégorie de SPPD)?
- Quelle est leur provenance ?
- Sont-ils achetés, à quel prix ?
- Quelle est la quantité totale des SPPD transformée par votre unité par an ?
- Quelle est la proportion de chaque type de SPPD dans les mélanges ?
- Quelle est la nature des acheteurs ?

- Quelle est a période de pointe des achats des SPPD transformés ?
- Quel est leur prix de vente ?
- Y'a-t- il une grande affluence et pourquoi ?
- Sont-ils bien acceptés par le bétail et quelle catégorie d'animaux surtout ?

Annexe 3

: Etude statistique :

	MM						MG						MAT					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Moyenne	4,14	4,37	14,05	7,86	5,67	5,3	2,83	3,13	0,03	2,1	3,93	3,4	5,61	2,43	4,68	3,81	3,00	4,62
Ecart type	0,08	0,03	1,79	0,01	0,004	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,15	0,19	0,16	0,18	0,09	0,056
Max	4,39	4,42	17,18	7,88	5,68	5,34	2,85	3,16	0,05	2,14	3,97	3,46	6,01	2,78	4,95	4,14	3,19	4,73
Min	3,89	4,32	10,9	7,84	5,66	5,26	2,81	3,1	0,01	2,06	3,89	3,34	5,21	2,08	4,41	3,48	2,81	4,51

	CB						NDF						ADF					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Moyenne	9,29	10,98	30,15	32,01	10,46	17,00	24,05	20,43	86,12	73,93	15,37	37,02	15,83	13,72	59,63	44,26	15,06	19,54
Ecart type	0,73	0,74	1,10	0,17	0,86	1,02	0,69	0,47	1,36	0,403	0,17	0,20	0,28	0,90	0,54	0,165	0,47	1,236
Max	10,82	12,17	32,01	32,49	12,48	18,1	25,02	21,4	88,55	74,75	15,69	37,53	16,52	15,25	60,57	44,54	16,1	21,65
Min	7,76	9,79	28,29	31,53	8,44	15,9	23,08	19,46	83,69	73,11	15,05	36,51	15,14	12,19	58,69	43,98	14,14	17,43

	ADL						HCOSE						DMO					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Moyenne	6,54	2,74	29,48	12,25	4,6	2,54	8,22	6,71	26,4	29,67	0,31	17,48	74,3	75	42,6	52,1	74,1	68,5
Ecart type	0,05	0,23	0,01	0,36	0,63	0,16	0,05	0,04	1,29	0,43	0,006	0,77	0,96	0,58	1,20	1,57	1,88	1,63
Max	6,67	3,08	29,51	12,89	5,88	2,94	8,34	6,79	28,6	30,3	0,32	18,91	76,5	76,8	44,6	54,7	77,3	71,7
Min	6,41	2,4	29,45	11,61	3,32	2,14	8,1	6,63	24,3	29,0	0,3	16,05	72,0	73,2	39,9	49,47	70,9	65,3

Annexe 4

: Equations de prévision de la digestibilité de la MO en fonction de CB, NDF, ADF et ADL.

variables	Equations	R ²
1	DMO= -1.330 CB+ 85.69	0.96
	DMO =-1.126 NDF +100.7	0.81
	DMO= -2.702 ADF + 117.0	0.87
	DMO= -14.36 ADL + 168.3	0.92
2	DMO= -1.995 CB+ 85.92	0.81
	DMO =-1.170 NDF +98.59	0.87
	DMO= -0.657 ADF + 83.93	0.80
	DMO= -2.596 ADL + 81.57	0.82
3	DMO= -1.299 CB+ 81.78	0.97
	DMO =-1.043 NDF +132.5	0.91
	DMO= -2.416 ADF +186.7	0.92
	DMO= -77.42 ADL + 2325	0.85
4	DMO= -6.533 CB+ 261.9	0.79
	DMO =-3.755NDF +328.5	0.98
	DMO= -9.760 ADF + 483.5	0.98
	DMO= -3.837 ADL + 98.58	0.84
5	DMO= -1.759 CB+ 92.51	0.88
	DMO =-9.575 NDF +221.2	0.96
	DMO= -3.484 ADF + 126.5	0.93
	DMO= -2.593 ADL + 86.03	0.95
6	DMO= -1.520 CB+ 93.81	0.77
	DMO =-6.220 NDF +298.8	0.80
	DMO= -1.370 ADF + 95.28	0.96
	DMO= -9.248 ADL + 89.91	0.77

1. Rebutts de dattes (hchef et sich).
2. Dattes pourries.
3. Palmes sèches.
4. Pédicelles.
5. Aliments 1(dattes et noyaux broyés).
6. Aliment2 (palmes, pédicelles, balah et périanthes).